

# **ANALISIS TINGKAT INVENTORI DAN KEBUTUHAN PERALATAN BONGKAR BATU BARA PADA PABRIK SEMEN PT SEMEN INDONESIA**

Nama mahasiswa : Fandy Achmad Okky Pratama  
NRP : 2509100137  
Pembimbing : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

Penelitian ini berlatar belakang dari tingginya tingkat inventori batu bara yang digunakan sebagai bahan bakar dalam proses produksi semen. *Order quantity* yang tidak sesuai dengan kebijakan pengendalian persediaan yang ditentukan oleh perusahaan, yaitu sistem (R, S), menyebabkan penerimaan bulanan lebih besar dibandingkan dengan pemakaian bulanan. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap tingkat inventori batu bara perusahaan. Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis terhadap tingkat inventori batu bara perusahaan serta memberikan rekomendasi perbaikan dan menentukan jumlah peralatan bongkar yang optimal untuk memenuhi kebutuhan batu bara beserta total biaya setiap bulan selama satu tahun. Analisis yang dilakukan secara matematis tidak hanya terbatas untuk mengetahui penyebab dari tingginya tingkat inventori batu bara, tetapi juga dilakukan rekomendasi perbaikan kebijakan pengendalian persediaan karena pada periode penelitian terjadi peningkatan kebutuhan pemakaian batu bara yang cukup tinggi. Peningkatan pemakaian batu bara tersebut menyebabkan meningkatnya kebutuhan peralatan bongkar untuk memindahkan batu bara dari pelabuhan menuju ke *coal yard* pabrik karena kebutuhan setiap bulannya tidak dapat terpenuhi dengan jumlah peralatan bongkar yang selama ini digunakan. Untuk menjawab permasalahan tersebut maka dilakukan penentuan jumlah peralatan bongkar untuk menjamin kelancaran pasokan batu bara setiap bulannya kepada perusahaan. Penentuan peralatan bongkar diselesaikan dengan menggunakan metode simulasi diskrit dengan bantuan *software* Arena 5.0. Dengan kebijakan pengendalian persediaan yang sesuai dengan kebutuhan pemakaian batu bara yang meningkat maka didapatkan rekomendasi jumlah peralatan bongkar untuk setiap bulan selama satu tahun beserta total biaya yang dibutuhkan.

**Kata kunci:** Tingkat Inventori, Kebijakan Pengendalian Persediaan, Peralatan Bongkar, Simulasi

## INVENTORY LEVEL AND COAL UNLOADING EQUIPMENT NEEDS ANALYSIS IN CEMENT FACTORY PT SEMEN INDONESIA

Name : Fandy Achmad Okky Pratama  
NRP : 2509100137  
Supervisor : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

### ABSTRACT

*This research background is high coal inventory position which used as fuel in the cement production process. Order quantity that does not fit with the inventory control policy that determined by the company, (R, S) system, causing monthly supply bigger than the monthly usage. This research conducted a company's coal inventory level analysis. The aim of this research is to analyze company's coal inventory level and provide recommendations for improvement and determine the optimal number of loading equipment based on demand with the total cost every month for year. Research conducted mathematically not only to know the shortcomings of inventory control policy that is used, but also the determination of inventory control policy proposed improvement since there was a quite high increase of coal usage. Increasing coal usage will take effect to the transportation and unloading equipments that get the coal from the port to the plant's coal yard. The needs of some months can not be supplied with the number of transportation and unloading equipments. To solve these problems with the order to use inventory control policy appropriate, determining the number of unloading equipments that ensuring the coal supply to the company each month is needed. Determination of unloading equipments requirements solved using discrete event simulation method with the help of Arena 5.0 software. Using appropriate inventory control policy according to the increasing needs of coal usage, the recommendations for number of unloading equipments that fit for every month for a year is obtained with the total cost required.*

**Keywords:** *Inventory Level, Inventory Control Policy, Unloading Equipment, Simulation*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka berisi mengenai teori-teori dan penjelasan yang didapat dari buku, artikel, jurnal ilmiah, maupun penelitian sebelumnya mengenai topik yang dibahas dalam penelitian. Teori-teori dan penjelasan tersebut yang dijadikan landasan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian.

#### **2.1 Batu Bara dan Semen**

Pada bagian ini akan dijelaskan pengertian dan penjelasan mengenai batu bara, semen, dan PT. Semen Indonesia.

##### **2.1.1 Batu Bara**

Batu bara merupakan suatu jenis mineral yang tersusun dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan senyawa-senyawa mineral. Batu bara sendiri berasal dari tumbuhan-tumbuhan yang tertimbun selama ratusan tahun dan telah mengalami proses *coalification*. Batu bara sendiri terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu *lignite*, *sub-bituminous*, *bituminous*, dan *anthracite*. Proses penambangan batu bara sendiri terdiri dari beberapa proses, umumnya yaitu *overburden*, *coal mining*, dan *crushing*.

Batu bara merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan di bawah minyak. Batu bara di Indonesia umumnya digunakan untuk kebutuhan PLTU dan pabrik semen. Sumber daya batu bara dengan jumlah cadangan terbesar ada pada Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera. Batu bara dari pulau tersebut didistribusikan ke perusahaan-perusahaan konsumen batu bara di pulau lain dengan menggunakan transportasi laut.

##### **2.1.2 Semen**

Semen merupakan bahan perekat berbentuk bubuk halus yang akan bereaksi apabila dicampurkan dengan air. Reaksi yang terjadi berupa reaksi hidrasi dimana akan terjadi pengerasan dan mempunyai sifat sebagai perekat yang dapat

digunakan bersama material lain. Komponen penyusun semen terdiri dari persenyawaan antara kalsium oksida dengan silika, alumina, dan besi oksida.

Bahan baku pembuatan semen terdiri dari bahan utama, bahan korektif, dan bahan penolong. Bahan utama merupakan bahan baku mentah untuk pembuatan semen yang terdiri dari batuan alam yang digolongkan menjadi dua, yaitu *calcareous minerals* dan *argillaceous minerals*. Bahan korektif merupakan bahan yang digunakan apabila terjadi kekurangan komposisi kimia dalam pembuatan semen. Bahan penolong merupakan bahan yang digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Selain bahan utama, juga terdapat dua bahan lain dalam pembuatan semen, yaitu bahan ikutan dan bahan bakar. Bahan ikutan adalah bahan yang tidak diharapkan jumlahnya dalam material. Bahan bakar merupakan bahan bakar yang digunakan untuk mendapatkan kualitas semen yang baik yang umumnya menggunakan batu bara.

## **2.2 *Production Planning and Inventory Control***

*Production planning and inventory control* (PPIC) merupakan ilmu yang berkaitan dengan perencanaan produksi dan pengendalian persediaan atau *inventory*. Persediaan tersebut dapat diartikan sebagai bahan baku yang selanjutnya digunakan untuk proses produksi, persediaan barang yang masih dalam tahap proses produksi, maupun barang hasil produksi yang nantinya akan dijual oleh perusahaan. Persediaan sendiri muncul karena ketidakpastian permintaan (Pujawan dan ER, 2005). Persediaan sendiri memiliki beberapa fungsi, di antaranya sebagai stabilisator proses produksi dan menjaga *service level* dari perusahaan. Akan tetapi, baik kelebihan maupun kekurangan persediaan memberikan dampak tersendiri bagi perusahaan. Apabila terjadi kekurangan persediaan maka akan menyebabkan tidak lancarnya proses produksi dan mengurangi *service level* dari perusahaan. Sedangkan apabila terjadi kelebihan persediaan maka akan menyebabkan meningkatnya biaya pengadaan dan biaya simpan barang tersebut.

Dalam perencanaan produksi dan pengendalian persediaan, salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *lot size* pemesanan adalah dengan *economic order quantity* (EOQ). Metode *economic order quantity* melakukan

pemerataan antara biaya *order cost* dengan biaya *holding cost*. Model dari EOQ adalah sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{\frac{2 D C_o}{h}}$$

Dimana:

$Q$  = *quantity order* optimal

$D$  = *quantity demand* tahunan

$C_o$  = *order cost*

$h$  = *holding cost* tahunan per item

Selanjutnya untuk menentukan total biaya didapatkan melalui persamaan:

$$Total\ cost = purchase\ cost + order\ cost + holding\ cost$$

Dimana:

*Purchase cost* = biaya barang (harga satuan barang x *demand quantity* tahunan)

*Order cost* = biaya pesan tahunan ( *demand* /  $Q$  \*  $C_o$ )

*Holding cost* = biaya simpan tahunan ( $Q / 2$  \*  $h$ )

## 2.3 Kebijakan Pengendalian Persediaan

Dalam kebijakan pengendalian persediaan, hal yang perlu diperhatikan adalah kapan dilakukan pemesanan dan berapa jumlah yang akan dipesan. Kebijakan pengendalian persediaan probabilistik terbagi menjadi dua, yaitu *continuous review* dan *periodic review*.

### 2.3.1 Continuous Review

Dalam kebijakan pengendalian persediaan *continuous review*, persediaan di-*review* secara terus menerus atau kontinu. Apabila posisi persediaan menyentuh posisi tertentu maka akan dilakukan pemesanan untuk meningkatkan posisi

persediaan. Menurut Silver dkk (1998), kebijakan pengendalian persediaan pada *continuous review* terbagi menjadi dua yaitu:

1. Sistem (s, S)

Sistem (s, S) juga disebut *order-point, order-up-to-level system*. Sistem tersebut akan melakukan pesanan ketika posisi persediaan menyentuh posisi tertentu (s) atau biasa disebut *reorder point*. Pesanan yang dilakukan meningkatkan posisi persediaan hingga ke posisi S. Sistem (s, S) juga dapat dikatakan *min-max system* karena pesanan yang dilakukan meningkatkan posisi dari posisi minimum ke posisi maksimum. *Order quantity* yang dipesan dengan sistem (s, S) tidak tetap mengikuti posisi persediaan pada saat dilakukan pemesanan.

2. Sistem (s, Q)

Sistem (s, Q) juga disebut *order point, order-quantity system*. Sama seperti sistem (s, S), sistem ini juga melakukan pesanan pada saat posisi persediaan menyentuh posisi tertentu (s). Perbedaan terletak pada *order quantity* yang dipesan yaitu sebesar Q. Nilai Q tersebut tetap untuk setiap pemesanan yang dilakukan.

### 2.3.2 Periodic Review

Sedangkan dalam kebijakan pengendalian persediaan *periodic review*, persediaan di-review dengan rentang waktu tertentu (R). Silver dkk (1998) membagi kebijakan pengendalian persediaan pada *continuous review* menjadi dua yaitu:

1. Sistem (R, S)

Sistem (R, S) juga disebut dengan *periodic review, order-up-to-level system*. Sistem (R,S) akan melakukan pesanan pada setiap periode *review*. *Order quantity* yang dipesan dengan sistem (R,S) tidak tetap mengikuti selisih antara posisi persediaan aktual dengan posisi persediaan maksimal (S) karena pada setiap periode *review* akan dilakukan pemenuhan persediaan hingga posisi S.

## 2. Sistem (R, s, S)

Sistem (R, s, S) merupakan kombinasi antara sistem (s, S) dengan (R, S). *Review* dilakukan setiap periode R. Apabila pada periode *review* tersebut posisi persediaan aktual lebih dari atau di atas nilai *reorder point* (s), maka tidak terjadi pesanan pada periode *review* tersebut. Sebaliknya apabila posisi persediaan kurang dari atau di bawah nilai *reorder point* (s), maka dilakukan pesanan dengan jumlah yang tidak tetap sesuai posisi persediaan aktual karena pada setiap pesanan akan dilakukan pemenuhan persediaan hingga posisi S.

### 2.4 Sistem, Model, dan Simulasi

Pada bagian ini akan dijelaskan pengertian dan penjelasan mengenai sistem, model, dan simulasi.

#### 2.4.1 Sistem

Sistem merupakan seperangkat unsur yang saling terkait dalam suatu atar relasi di antara unsur-unsur tersebut dengan lingkungan (Bertalanffy, 1938). Sedangkan menurut (Schmidt dan Taylor, 1970), sistem merupakan kumpulan dari objek yang saling berinteraksi dan bereaksi antar atribut komponen tersebut untuk mencapai suatu akhir yang logis.

Sebuah sistem memiliki komponen-komponen yang terdapat di dalamnya, yaitu:

1. *Entity*, yaitu objek amatan yang ada di dalam sistem. *Entity* bergerak, berpindah, mempengaruhi atau dipengaruhi *entity* yang lain, serta mempengaruhi ukuran performansi output.
2. *Attribute*, yaitu properti atau karakteristik yang melekat pada *entity*.
3. *Activity*, yaitu kegiatan yang terjadi dalam sebuah sistem dan dapat membuat perubahan pada sistem.



4. *Variable*, yaitu informasi yang menggambarkan beberapa karakteristik dari keseluruhan ruang lingkup sistem.
5. *Resources*, yaitu sumber daya yang berfungsi untuk menampung maupun memberikan nilai tambah pada *entity* dalam jumlah tertentu.
6. *Control*, yaitu hal-hal yang mengendalikan sistem, mengatur bagaimana, dimana, dan kapan *activity* di dalam sistem tersebut berjalan.

Perubahan yang terjadi di dalam suatu sistem sangat dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di luar sistem. Dimana dalam membuat pemodelan dari sebuah sistem, dibutuhkan batasan antara sistem dengan lingkungannya untuk mencegah terjadinya perubahan yang tidak diinginkan.

Sistem sendiri memiliki beberapa karakteristik, di antaranya adanya tujuan atau sasaran, adanya interaksi antar elemen dalam sistem untuk mencapai sasaran, mempunyai parameter, dan berada di dalam lingkungan yang kompleks. Sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan perilaku dasarnya sebagai berikut:

1. Sistem Statis

Sistem yang direncanakan, dibangun, dan diimplementasikan hanya pada satu tahap saja, dapat pula dilihat sebagai sistem dengan model tertutup yang kurang dipengaruhi oleh kondisi luar.

2. Sistem Dinamis

Sistem yang memiliki perilaku dasar *steady state* dan *growth state* yang dinamis. *Steady state* merupakan kondisi pada sistem yang terus melakukan perubahan sampai pada titik tertentu, dimana perubahan yang terjadi sangat sedikit hingga dapat dikatakan mencapai keadaan yang tetap. *Growth state* yaitu kondisi terjadinya perubahan baik secara negatif maupun positif.

3. Sistem Deterministik

Sistem yang terbentuk dari sumber data masukan yang tertentu dan dalam proses serta hasilnya juga merupakan keluaran tertentu yang sedikit atau tidak mengandung nilai random atau probabilistik.

4. Sistem Stokastik

Sistem yang memiliki komponen probabilitas atau dapat dikatakan bahwa dalam sistem setidaknya terdapat beberapa komponen random atau acak.

#### 5. Sistem Diskrit

Sistem dengan variabel keadaan yang mengalami perubahan langsung pada titik yang terpisah dalam rentang waktu tertentu.

#### 6. Sistem Kontinu

Sistem dengan variabel yang mengalami perubahan menurut fungsi waktu. Sistem kontinu juga merupakan sistem dimana terjadi perubahan yang halus pada atribut dari entitas dalam sistem.

### 2.4.2 Pemodelan

Model merupakan gabungan logika, aspek struktural, dan matematis dari sebuah sistem atau suatu proses. Model juga merupakan gambaran abstrak yang mewakili fenomena nyata yang ada beserta proses yang terjadi dalam fenomena tersebut. Model juga dapat didefinisikan sebagai representasi kualitatif dan/atau kuantitatif dari suatu proses yang memperlihatkan pengaruh faktor-faktornya secara signifikan dari masalah yang dihadapi.

Model dapat dibagi menjadi dua, yaitu model fisik atau model ikonik dan model matematis atau model logika. Model fisik atau model ikonik adalah replika dari sistem nyata. Model memiliki wujud yang sama dengan sistem akan tetapi dengan skala yang lebih kecil. Model matematis atau model logika merupakan kumpulan pendekatan dan asumsi baik secara struktur dan kuantitatif tentang bagaimana sistem berjalan.

Dalam membangun model harus dilakukan dengan cermat dan cukup detail sehingga apa yang dipelajari dari model tersebut tidak akan berbeda dari apa yang dapat dipelajari apabila langsung bersentuhan dengan sistem nyata, oleh karena itu diperlukan validasi model. Fungsi dari model sendiri antara lain:

1. Eksperimen yang dilakukan pada sistem secara langsung akan membutuhkan biaya dan usaha yang cukup besar.
2. Waktu yang digunakan untuk percobaan pada model jauh lebih singkat dibandingkan dengan percobaan pada sistem secara langsung.
3. Dalam uji coba menggunakan model, resiko yang dihadapi akan lebih kecil dibandingkan uji coba langsung pada sistem sebenarnya.

4. Model dari sistem dapat digunakan untuk menjelaskan, memahami, dan memperbaiki sistem tersebut.
5. Dapat mengetahui performansi dan informasi dari suatu sistem.

Pemodelan adalah proses menghasilkan model, dimana model adalah representasi dari struktur dan sistem yang bekerja (Andradottir et al., 1997). Sebuah model merupakan duplikat dari sistem yang ada, namun lebih sederhana dibandingkan dengan sistem yang diwakilinya. Dalam membangun sebuah model, hal yang perlu diperhatikan adalah tidak berbeda dengan apabila dilakukan pada sistem nyata, namun di sisi lain sebaiknya model tidak terlalu rumit. Model yang baik diperoleh melalui *trade off* antara realita dan kesederhanaan. Untuk mengetahui apakah model yang dibuat tidak berbeda dengan sistem nyata, maka diperlukan proses validasi dan verifikasi.

Verifikasi merupakan proses pemeriksaan untuk mengecek apakah logika operasional dari model (program komputer) telah sesuai dengan diagram alur (Hoover dan Perry, 1989). Sedangkan validasi adalah proses penentuan apakah model konseptual adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Kelton dan Law, 1991).

Tujuan dari pemodelan sistem yaitu:

1. Mempersingkat waktu percobaan.
2. Lebih murah dan meminimasi tenaga yang harus dikeluarkan.
3. Resiko lebih kecil.
4. Menjelaskan, memahami, dan memperbaiki sistem.
5. Mengetahui performansi dan informasi yang ditunjukkan oleh sistem.

### **2.4.3 Simulasi**

Simulasi merupakan proses meniru dari operasi atau kegiatan yang ada di dunia nyata untuk mengevaluasi dan memperbaiki performa sistem. Simulasi juga merupakan kumpulan metode dan aplikasi yang digunakan untuk meniru perilaku suatu sistem, kadang dilakukan menggunakan komputer dengan *software* yang sesuai (Kelton dkk, 2003).

Dalam melakukan pembelajaran dari sebuah sistem, dapat dilakukan dengan cara mengembangkan model-model simulasinya. Model tersebut dikembangkan

untuk membantu pengambil keputusan dalam menentukan keputusan akan model yang optimal terhadap permasalahan yang dihadapi.

Menurut Law dan Kelton, simulasi terbagi menjadi beberapa klasifikasi, yaitu:

- Simulasi statis dan simulasi dinamis

Simulasi statis adalah simulasi pada suatu sistem yang tidak terpengaruh besar oleh pergerakan waktu. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi pada suatu sistem yang terpengaruh oleh pergerakan waktu.

- Simulasi diskrit dan simulasi kontinu

Simulasi diskrit adalah simulasi pada suatu sistem dimana terjadi perubahan di dalamnya pada titik waktu tertentu. Sedangkan simulasi kontinu adalah simulasi pada suatu sistem dimana terjadi perubahan di dalam sistem tersebut secara terus menerus tiap waktu.

- Simulasi deterministik dan simulasi stokastik

Simulasi deterministik adalah simulasi pada suatu sistem yang tidak mengandung sifat probabilistik. Sedangkan simulasi stokastik adalah simulasi pada suatu sistem yang mengandung sifat probabilistik.

Simulasi komputer adalah proses mendesain dan menghasilkan model komputer dari sistem nyata untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perilaku suatu sistem pada kondisi tertentu dengan tujuan melakukan eksperimen untuk sistem tersebut (Kelton dkk, 2003). Law dan Kelton meringkas beberapa alasan peningkatan penggunaan simulasi pada komputer, yaitu:

1. Sistem nyata terlalu kompleks.
2. Biaya komputasi telah berkurang.
3. Pengembangan pada *software* simulasi mengurangi waktu pengembangan model.
4. Ketersediaan animasi memberikan pemahaman yang lebih cepat.

Dalam melakukan simulasi, terdapat beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, *fitting* data, memodelkan sistem, input data hasil *fitting*, menjalankan model, verifikasi, dan validasi.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian berkaitan dengan topik penelitian ini telah beberapa kali dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut dijadikan sebagai acuan untuk penulis dalam melakukan penelitian.

1. S. Armagan Tarim, Barbara M. Smith. (2007). *Constraint Programming for Computing Non-Stationary (R, S) Inventory Policies*.

Penelitian ini menjelaskan mengenai model *constraint programming* untuk menghitung waktu *review* berdasarkan pada permintaan yang stokastik dengan batasan *service level*. Metode pengendalian persediaan yang digunakan adalah sistem (R, S). Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan dua metode MIP dan CP untuk menyelesaikan problem yang dihadapi.

2. S. Armagan Tarim, Brian G. Kingsman. (2005). *Modelling and Computing ( $R^n$ ,  $S^n$ ) Policies for Inventory Systems with Non-Stationary Stochastic Demand*.

Penelitian ini menjelaskan mengenai sistem (R, S) yang tidak stasioner dengan permintaan yang stokastik. Metode yang digunakan adalah pengembangan *mixed integer linear programming* untuk menghitung parameter kebijakan. Hasil dari penelitian ini adalah minimasi biaya total yang terdiri dari *order cost*, *holding cost*, dan *shortage cost*.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

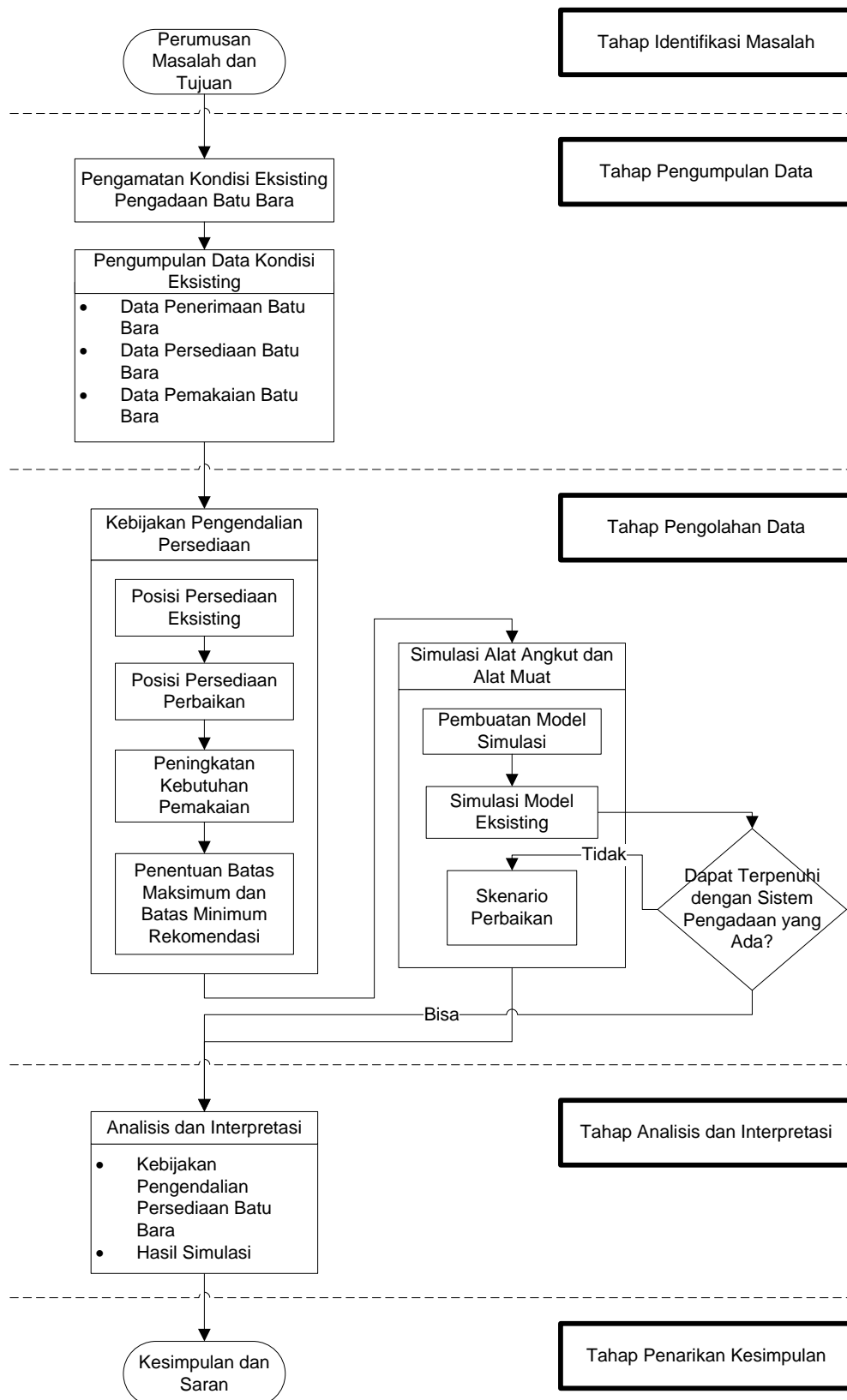
Bab metodologi penelitian berisi mengenai acuan atau kerangka penelitian yang dilakukan agar penelitian dapat berjalan sistematis, jelas, dan terarah sesuai dengan *framework* penelitian. Metodologi penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini terbagi menjadi lima tahapan, yaitu tahap identifikasi masalah, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi, dan tahap penarikan kesimpulan.

#### **3.1 Tahap Identifikasi Masalah**

Tahapan awal yang dilakukan adalah tahapan identifikasi masalah. Melalui pengamatan di lapangan dan berdasar data sekunder didapatkan bahwa pada proses pengadaan batu bara pada PT SI, posisi persediaan yang ada terlalu tinggi. Dari fakta tersebut, maka diperlukan pembahasan mengenai kebijakan pengendalian persediaan untuk mengetahui apakah kebijakan yang dilakukan sudah sesuai atau belum.

Fakta bahwa pada pertengahan tahun Tuban 4 m ulai beroperasi dan meningkatkan kebutuhan batu bara untuk produksi menambahkan permasalahan yang ada yaitu bagaimana menjamin pengadaan batu bara pada saat terjadi peningkatan kebutuhan batu bara tersebut sehingga kebijakan pengendalian persediaan yang sudah disesuaikan dapat diterapkan dengan baik.

Selain itu juga dilakukan tinjauan pustaka terkait dengan permasalahan yang akan diteliti untuk mendapatkan informasi dan teori penunjang. Informasi dan teori tersebut didapatkan dari buku, tugas akhir, jurnal, dan artikel yang menunjang penyelesaian permasalahan yang terdapat di dalam penelitian.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian Kajian Penentuan Titik Serah Batu Bara pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

### **3.2 Tahap Pengumpulan Data**

Tahap kedua adalah tahap pengumpulan data. Pada tahap ini dilakukan identifikasi kondisi eksisting proses pengadaan batu bara PTSI dan pengumpulan data-data yang dibutuhkan terkait permasalahan yang dibahas.

#### **3.2.1 Pengamatan Kondisi Eksisting Pengadaan Batu Bara**

Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap kondisi eksisting pengadaan batu bara. Pengamatan secara langsung di lapangan dilakukan untuk mengetahui gambaran proses pengadaan batu bara pada PTSI. Pengamatan dilakukan mulai dari penerimaan di pelabuhan, penerimaan di pabrik, hingga penggunaan batu bara.

#### **3.2.2 Pengumpulan Data Kondisi Eksisting**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data kondisi eksisting. Pengumpulan didapatkan melalui pengamatan secara langsung di lapangan, data dari perusahaan, maupun wawancara dengan seksi-seksi yang terkait antara lain seksi pelabuhan dan seksi penerimaan dan persediaan. Data yang dikumpulkan antara lain data penerimaan batu bara, data persediaan batu bara, dan data pemakaian batu bara.

### **3.3 Tahap Pengolahan Data**

Tahap ketiga adalah tahap pengolahan data. Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang didapatkan pada tahap selanjutnya untuk dijadikan masukan dalam model yang ada maupun untuk kebutuhan analisis dan interpretasi.

#### **3.3.1 Posisi Persediaan Eksisting**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data penerimaan, persediaan, dan pemakaian batu bara. Pengolahan dilakukan untuk mengetahui posisi persediaan selama satu tahun. Selanjutnya dilakukan pengolahan apabila penerimaan yang dilakukan selama satu bulan diterima di awal untuk mengetahui *order quantity* PTSI pada bulan tersebut. Posisi *inventory* terima di awal setelah periode *review* merupakan jumlah antara posisi *inventory* aktual dengan jumlah penerimaan yang



diterima pada bulan tersebut. Dari pengolahan tersebut didapatkan profil persediaan batu bara selama satu tahun untuk pengolahan selanjutnya.

### 3.3.2 Posisi Persediaan Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan perbaikan terhadap permasalahan yang ada berdasarkan hasil pengolahan data pada tahap sebelumnya, yaitu *order quantity* yang terlalu tinggi. *Order quantity* disesuaikan dengan menggunakan ketentuan-ketentuan yang telah ditentukan oleh PTSL. Perbaikan *order quantity* yang dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$S = Q + I$$

Dimana:

$S$  = Posisi persediaan maksimum

$Q$  = *Order quantity*

$I$  = *Initial inventory*

### 3.3.3 Peningkatan Kebutuhan Pemakaian

Pada tahap ini dilakukan penyesuaian kebijakan pengendalian persediaan karena Tuban 4 mulai beroperasi pada Bulan Mei dan beroperasi secara reguler pada Bulan Juli. Peningkatan kapasitas produksi menyebabkan peningkatan peningkatan kebutuhan pemakaian batu bara. *Forecast* dilakukan untuk *generate* kebutuhan pemakaian pada Bulan Januari hingga Bulan Juni.

### 3.3.4 Penentuan Batas Maksimum dan Minimum

Pada tahap ini dilakukan pengolahan untuk memperbaiki permasalahan yang terdapat pada tahap sebelumnya. Penyesuaian dilakukan dengan menggunakan data hasil *forecast*. Dari hasil *forecast* tersebut digunakan untuk menentukan batas maksimum dan batas minimum rekomendasi karena peningkatan kebutuhan pemakaian batu bara. Selanjutnya output dari tahapan ini adalah posisi persediaan selama satu tahun beserta *order quantity* tiap bulannya. Untuk menjamin kebutuhan pemakaian batu bara tersebut dapat dipenuhi dengan baik maka digunakan model simulasi eksisting untuk mengetahui apakah dengan sistem pengadaan yang ada mampu memenuhi peningkatan kebutuhan batu bara.

### 3.3.5 Pembuatan Model Simulasi

Model konseptual dibuat berdasarkan kondisi eksisting yang ada di lapangan dan ditujukan untuk memudahkan pemahaman terhadap kondisi eksisting yang terjadi di lapangan. Model konseptual yang dibuat menggunakan *activity cycle diagram*. Model konseptual yang telah dibuat kemudian divalidasi apakah model telah sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Apabila model konseptual valid, maka dapat dilanjutkan dengan pembuatan model simulasi. Sedangkan apabila model konseptual tidak valid, maka dilakukan pembuatan ulang model konseptual.

Model simulasi dibuat berdasarkan model konseptual yang telah valid. Model simulasi yang dibuat selanjutnya diberikan inputan berupa data-data hasil pengolahan yang telah dilakukan. Model simulasi tersebut selanjutnya diverifikasi untuk mengetahui apakah terdapat *error* atau tidak di dalam model dan divalidasi untuk mengetahui apakah model sudah sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan / *real system*. Verifikasi dapat dilakukan pada *software* Arena, sedangkan untuk validasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode Welch Confidence Interval atau Paired-t Confidence Interval.

### 3.3.6 Simulasi Model Eksisting

Model simulasi yang telah terverifikasi dan tervalidasi selanjutnya dilakukan *running* dengan batas waktu periode yang ditentukan. Hasil pada tahap simulasi digunakan untuk mengetahui performansi kondisi eksisting.

Apabila dapat memenuhi target output dapat dilanjutkan ke tahap analisis dan interpretasi dan apabila tidak dapat terpenuhi maka dilanjutkan pada tahap penentuan rekomendasi dengan bantuan *software* untuk mengetahui jumlah alat angkut dan alat muat yang optimal pada saat terjadi peningkatan kebutuhan batu bara.

### 3.3.7 Skenario Perbaikan

Dari hasil simulasi model eksisting yang telah dilakukan selanjutnya dilakukan eksperimen terhadap model. Eksperimen yang dilakukan berupa simulasi terhadap beberapa skenario perbaikan yang ditentukan. Skenario

perbaikan tersebut dibandingkan dengan model eksisting untuk mengetahui perbandingan output dan biaya yang dihasilkan.

### **3.4 Tahap Analisis dan Interpretasi**

Pada tahap analisis dan interpretasi dilakukan analisis terhadap kebijakan pengendalian persediaan batu bara dan hasil dari simulasi yang dilakukan. Analisis dimulai dengan mengidentifikasi kebijakan pengendalian persediaan batu bara eksisting PTSI. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap rekomendasi-rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk kebijakan pengendalian persediaan.

Hasil dari simulasi yang dilakukan juga dilakukan analisis untuk mengetahui output yang dapat dihasilkan dari simulasi yang dilakukan. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan output yang dihasilkan dan biaya yang dibutuhkan untuk tiap skenario perbaikan.

### **3.5 Tahap Penarikan Kesimpulan**

Tahap penarikan kesimpulan merupakan tahapan terakhir dari penelitian tugas akhir yang dilakukan. Tahap penarikan kesimpulan berisi tentang kesimpulan yang didapatkan berdasarkan pengolahan data, analisis, dan interpretasi yang telah dilakukan. Saran terkait hasil dari penelitian juga diberikan untuk memberikan rekomendasi perbaikan terhadap ruang lingkup penelitian yang dilakukan.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab pengumpulan dan pengolahan data menjelaskan mengenai tahapan dalam melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Tahapan pengumpulan data dimaksudkan untuk mengetahui kondisi eksisting yang terjadi di lapangan. Data yang dikumpulkan bersumber dari pengamatan secara langsung di lapangan, data dari perusahaan, maupun wawancara dengan seksi-seksi yang terkait. Pada bab ini juga dilakukan pengolahan data sesuai metode yang ada untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di dalam penelitian.

#### **4.1 PT. Semen Indonesia**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai penjelasan umum mengenai PT Semen Indonesia (PTSI).

##### **4.1.1 Profil Perusahaan**

PT Semen Gresik (Persero) Tbk. merupakan perusahaan semen di Indonesia. Perusahaan tersebut diresmikan di Gresik pada tanggal 7 Agustus 1957 dengan kapasitas terpasang 250.000 ton semen per tahun. Pada tanggal 15 September 1995, PT Semen Gresik berkonsolidasi dengan PT Semen Padang dan PT Semen Tonasa yang kemudian dikenal dengan Semen Gresik Group dengan kapasitas terpasang sebesar 8,5 juta ton semen per tahun. Pada tanggal 20 Desember 2012, Semen Gresik Group berganti nama menjadi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

PTSI memiliki 3 lokasi pabrik, yaitu di Indarung (Sumatera Barat), Tuban (Jawa Timur), dan Pangkep (Sulawesi Selatan). Pada setiap lokasi tersebut masing-masing terdapat 4 pabrik dengan kapasitas terbesar pada pabrik Tuban. Pada tahun 2012, kapasitas dari ketiga perusahaan tersebut berkisar di kisaran 22,5 juta ton per tahun.

#### 4.1.2 Sistem Kerja PTSI

Jam kerja yang terdapat pada PTSI terbagi menjadi tiga *shift*. Pembagian *shift* terbagi seperti berikut:

- *Shift* I : 07.30-16.30
- *Shift* II : 15.30-23.00
- *Shift* III : 23.00-07.30

Bagi karyawan *office*, jam kerja yang digunakan yaitu *shift* 1. Sedangkan bagi karyawan operasional mengikuti semua *shift* dengan pergantian operator untuk tiap *shift*.

#### 4.2 Sistem Pengadaan dan Pemakaian Batu Bara PTSI

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kondisi eksisting pengadaan dan pemakaian batu bara yang terjadi pada PTSI Pabrik Tuban.

##### 4.2.1 Kebutuhan Batu Bara

Batu bara digunakan sebagai bahan bakar dalam proses pembakaran. Batu bara digunakan sebagai bahan bakar untuk mendapatkan kualitas semen yang baik. Semakin baik kualitas batu bara maka semakin baik kualitas semen yang dihasilkan. Tabel 4.1 menunjukkan pemakaian batu bara dalam proses produksi selama satu tahun.

Tabel 4.1 Pemakaian Batu Bara pada Tahun 2012

Bulan	Total Pemakaian (Ton)
Januari	145.739
Februari	97.639
Maret	141.396
April	143.866
Mei	168.849
Juni	156.003
Juli	201.035
Agustus	212.033
September	188.048
Oktober	179.148
November	204.133
Desember	188.106

#### 4.2.2 Jenis Batu Bara

Batu bara yang digunakan dalam proses produksi terdiri dari empat macam, yaitu:

- *High calory*, yaitu batu bara dengan kalori sangat tinggi, dengan kadar > 7100 kal/gr.
- *Medium adaro*, yaitu batu bara dengan kalori tinggi, dengan kadar antara 6100 - 7100 kal/gr.
- *Medium general*, yaitu batu bara dengan kalori sedang, dengan kadar antara 5100 - 6100 kal/gr.
- Kideco dan *low calory*, yaitu batu bara dengan kalori rendah, dengan kadar < 5100 kal/gr.

Batu bara *medium general* merupakan spesifikasi yang dibutuhkan untuk digunakan dalam proses produksi. Sedangkan batu bara yang tidak memenuhi spesifikasi membutuhkan proses pencampuran terlebih dahulu untuk dapat digunakan dalam proses produksi.

Prosentase penggunaan batu bara dari masing-masing jenis batu bara selama 1 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Prosentase Penggunaan Batu Bara pada Tahun 2012

Jenis Batu Bara	Prosentase
High Calory	0,00%
Medium Adaro	3,84%
Medium General	94,23%
Kideco + Low Calory	1,93%

#### 4.2.3 Proses Konsumsi Batu Bara

Batu bara sebelum digunakan untuk proses produksi terlebih dahulu dilakukan pengujian oleh bagian jaminan mutu untuk mengetahui kualitas dari batu bara. Terdapat beberapa parameter kualitas batu bara yang diperhatikan, di antaranya *inherent moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, *total sulphur*, *gross heat value*, *total moisture*, dan HGI. Apabila spesifikasi yang dibutuhkan sesuai maka dapat langsung digunakan dan sebaliknya apabila tidak

memenuhi spesifikasi dilakukan pencampuran dengan batu bara yang memiliki spesifikasi di atas standar yang ditentukan.

Pada proses produksi, batu bara dimasukkan ke dalam *pile*. Terdapat empat *pile*, *pile* 1 dan 2 digunakan untuk Tuban 1 dan Tuban 2, *pile* 3 dan 4 digunakan untuk Tuban 3 dan Tuban 4. Masing-masing *pile* memiliki kapasitas 5500 hingga 6000 ton. *Pile* yang digunakan secara bergantian pada saat proses produksi. Pada saat *pile* 1 digunakan untuk proses produksi Tuban 1 dan Tuban 2, *pile* 2 dilakukan proses pengisian hingga penuh. Pada saat batu bara pada *pile* 1 telah habis, batu bara yang digunakan Tuban 1 dan Tuban 2 berganti menggunakan batu bara pada *pile* 2, selanjutnya *pile* 1 akan dilakukan proses pengisian. Hal tersebut juga berlaku untuk *pile* 3 dan *pile* 4 untuk Tuban 3 dan Tuban 4.

#### **4.2.4 Proses Pengadaan Batu Bara**

Kebijakan pengendalian persediaan batu bara yang digunakan oleh PTSI adalah dengan menggunakan metode *periodic-review, order-up-to-level (R,S) system*. Review terhadap *inventory* dilakukan untuk setiap R unit waktu. Pada saat periode *review* tersebut, akan dilakukan pemesanan untuk meningkatkan posisi persediaan hingga mencapai tingkat S.

PTSI memiliki batasan bahwa batu bara yang tersedia / batas minimum di *coal yard* setidaknya senilai dengan pemakaian selama satu bulan. Batas minimum yang ditentukan oleh PTSI pada saat pengambilan data adalah senilai 160.000 ton. Untuk nilai S yang merupakan nilai batas maksimum persediaan yang ditentukan, senilai dengan pemakaian selama dua bulan. Nilai S yang ditentukan oleh PTSI sebesar 320.000 ton. Periode *review* (R) ditentukan oleh PTSI setiap satu bulan sekali. Pada saat periode *review*, kuantitas *order* yang dipesan dipengaruhi oleh posisi persediaan. Beberapa *supplier* yang telah dikontrak akan melakukan pengiriman batu bara sesuai penjadwalan yang dilakukan PTSI.

#### **4.2.5 Proses Transportasi Batu Bara**

Batu bara dipasok oleh beberapa *supplier* dari Pulau Kalimantan. *Incoterms* yang digunakan dalam perjanjian antara PTSI dengan pihak *supplier* adalah *cost*,

*insurance, and freight* (CIF), yang berarti biaya dan asuransi hingga batu bara sampai ke Pelabuhan Tuban menjadi tanggung jawab *supplier*. Pengiriman dilakukan dengan menggunakan tongkang dan kapal penarik yang disewa atau dimiliki oleh *supplier*.

Kapasitas sandar total Pelabuhan Tuban sebanyak tujuh kapal, akan tetapi yang digunakan khusus untuk tongkang batu bara sebanyak dua area sandar, sisanya digunakan untuk kapal curah dan *bag*. Tongkang batu bara dapat langsung sandar apabila terdapat area sandar yang tersedia dan tongkang baru dapat sandar setelah tongkang yang sedang sandar bertolak apabila tidak terdapat area sandar yang tersedia.

Tongkang yang telah sandar dilakukan *draft* terlebih dahulu sebelum dilakukan proses *unloading* oleh *dump truck* dengan dibantu oleh *excavator* dan *bulldozer*. Beberapa *dump truck* silih berganti melakukan proses *unloading* dan memindahkan batu bara menuju ke *coal yard* pabrik. *Dump truck* yang sedang melakukan proses *unloading* untuk satu tongkang tidak dapat melayani tongkang lain. Jarak antara pelabuhan menuju ke pabrik kurang lebih sepuluh kilometer. Sebelum menuju ke pabrik, *dump truck* diharuskan untuk timbang terlebih dahulu. Setelah itu *dump truck* akan memindahkan batu bara ke area *coal yard* yang ditentukan. Satu area digunakan untuk satu tongkang pengiriman. Sebelum kembali melakukan proses *unloading* di pelabuhan, *dump truck* kembali ditimbang untuk mengetahui tonase batu bara dari selisih antar timbang. Proses tersebut dilakukan berulang hingga batu bara pada tongkang telah habis. Sebelum tongkang bertolak, kembali dilakukan *draft* untuk mengetahui tonase batu bara dari selisih antar *draft*.

#### **4.3 Pengolahan Persediaan PTSI**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengolahan terhadap persediaan PTSI.

##### **4.3.1 Pengolahan Posisi Persediaan Eksisting**

*Order quantity* ditentukan melalui penghitungan antara persediaan awal dengan batas maksimum persediaan yang ditentukan. Data penerimaan dan

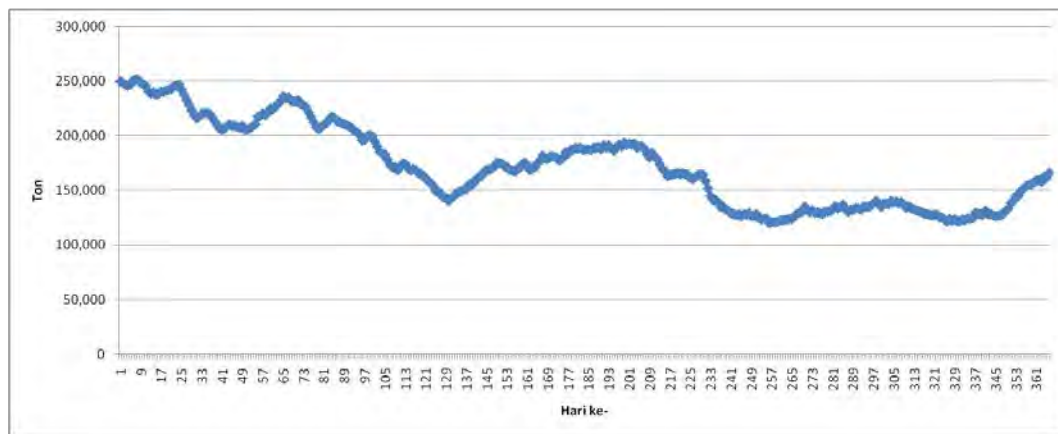


pemakaian selama satu tahun diolah untuk mengetahui apakah *order quantity* yang dilakukan oleh PTSI sudah sesuai atau membutuhkan perbaikan.

Tabel 4.3 Data Penerimaan, Pemakaian, dan Persediaan PTSI Selama 1 Bulan

Januari	Terima (Ton)	Pakai (Ton)	Stock (Ton)
			252.563
1	1.495	4.701	249.357
2	3.263	4.701	247.918
3	3.263	4.701	246.480
4	3.504	4.701	245.282
5	6.016	4.701	246.597
6	8.489	4.701	250.384
7	5.265	4.701	250.948
8	4.768	4.701	251.015
9	1.660	4.701	247.973
10	3.622	4.701	246.894
11	2.792	4.701	244.985
12	0	4.701	240.284
13	2.723	4.701	238.306
14	5.942	4.701	239.547
15	2.469	4.701	237.314
16	5.505	4.701	238.118
17	6.914	4.701	240.331
18	4.170	4.701	239.801
19	6.021	4.701	241.120
20	5.446	4.701	241.865
21	5.450	4.701	242.614
22	7.177	4.701	245.090
23	5.259	4.701	245.648
24	5.833	4.701	246.780
25	0	4.701	242.078
26	0	4.701	237.377
27	0	4.701	232.676
28	0	4.701	227.975
29	0	4.701	223.273
30	0	4.701	218.572
31	1.760	4.701	215.630

Dari pengolahan data penerimaan dan pemakaian selama satu tahun maka didapatkan posisi persediaan batu bara PTSI pada tahun 2012.



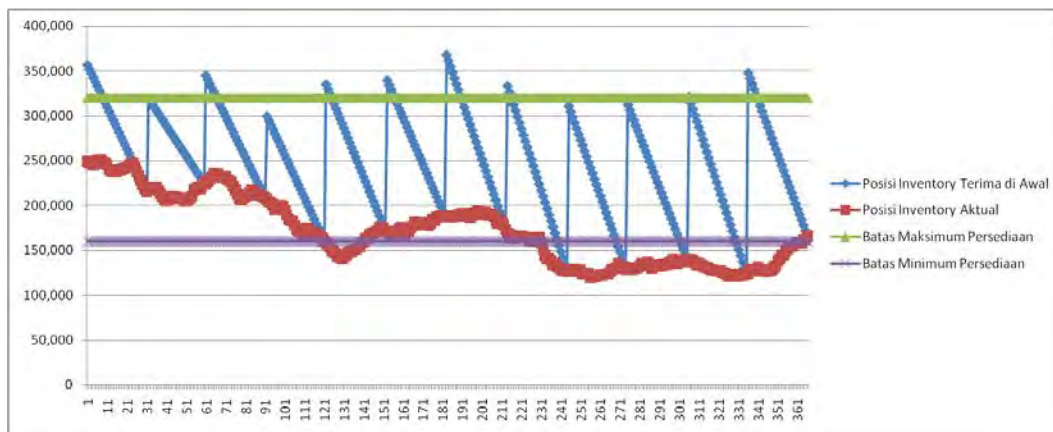
Gambar 4.1 Grafik Posisi *Inventory* Batu Bara PTSI pada Tahun 2012

Berdasarkan Tabel 4.3, diketahui penerimaan batu bara setiap bulannya tidak langsung terpenuhi pada awal periode tetapi terbagi harian dalam satu bulan / sampai periode *review* selanjutnya.

Tabel 4.4 Pengolahan Data Penerimaan Batu Bara pada Tahun 2012

Bulan	Penerimaan
1	108.806
2	106.849
3	124.714
4	95.980
5	180.380
6	172.892
7	185.736
8	166.595
9	189.122
10	189.034
11	188.730
12	230.211

Pada Tabel 4.4 menunjukkan data penerimaan batu bara selama satu tahun maka dapat ditarik kesimpulan *order quantity* yang dipesan setiap bulannya tidak sama. Selanjutnya dilakukan pengolahan apabila penerimaan yang dilakukan selama satu bulan diterima di awal untuk mengetahui *order quantity* PTSI pada bulan tersebut. Posisi *inventory* terima di awal setelah periode *review* merupakan jumlah antara posisi *inventory* aktual dengan jumlah penerimaan yang diterima pada bulan tersebut.



Gambar 4.2 Grafik Posisi *Inventory* Batu Bara PT SI Penerimaan di Awal

Pada Gambar 4.2, garis merah menunjukkan posisi persediaan aktual, garis biru menunjukkan posisi persediaan apabila penerimaan selama satu bulan diterima di awal. Beberapa kali garis biru melebihi batas maksimum persediaan yang ditentukan, hal tersebut dapat disebabkan *order quantity* yang terlalu besar pada bulan tersebut sehingga dapat mengakibatkan tingginya posisi persediaan batu bara PT SI.

#### 4.3.2 Pengolahan Posisi Persediaan Perbaikan

Fakta bahwa *order quantity* yang dipesan oleh PT SI terlalu banyak pada subbab sebelumnya memerlukan perbaikan. Perbaikan yang diusulkan adalah dengan melakukan penyesuaian terhadap *order quantity* menggunakan persamaan berikut.

$$S = Q + I$$

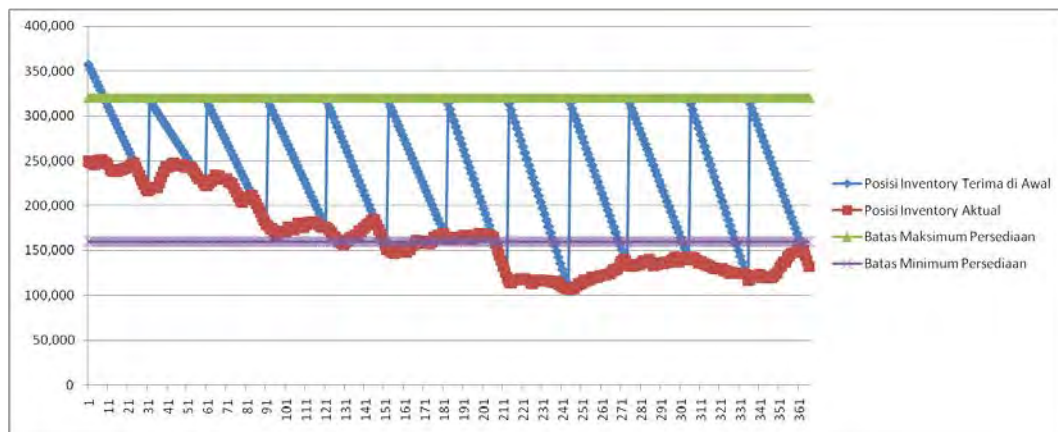
Dimana:

$S$  = Posisi persediaan maksimum

$Q$  = *Order quantity*

$I$  = *Initial inventory*

Hasil dari penghitungan matematis selama satu tahun dengan persamaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Posisi *Inventory* Batu Bara PTSTI dengan *Order Quantity* Perbaikan

Pada Gambar 4.3, garis merah menunjukkan posisi persediaan aktual, garis biru menunjukkan posisi persediaan apabila penerimaan selama satu bulan diterima di awal. Berbeda dengan Gambar 4.2 sebelumnya, beberapa kali garis merah melewati batas minimum persediaan yang diinginkan oleh perusahaan. Hal tersebut disebabkan pada Bulan Mei tingkat pemakaian batu bara meningkat seiring dengan mulai beroperasinya Tuban 4. Pada Bulan Juli Tuban 4 mulai beroperasi secara reguler sehingga mengakibatkan peningkatan pemakaian bulanan yang melebihi selisih antara batas maksimum dan batas minimum persediaan.

#### 4.3.3 Penentuan Batas Maksimum dan Batas Minimum Rekomendasi

Penentuan batas maksimum (S) diperlukan untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan batu bara sehingga posisi persediaan aktual tidak kurang dari batas minimum yang ditentukan oleh perusahaan. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan menentukan kebutuhan pemakaian batu bara untuk Tuban 4 pada Bulan Januari hingga Bulan Juni. Dengan menggunakan data pemakaian batu bara Tuban 4 pada Bulan Juli hingga Desember seperti pada Tabel 4.5, *rate* pemakaian harian digunakan pada Bulan Januari hingga Bulan Juni sesuai jumlah hari dalam satu bulan.

Tabel 4.5 Kebutuhan Batu Bara Harian Tuban 4 pada Bulan Juli hingga Desember

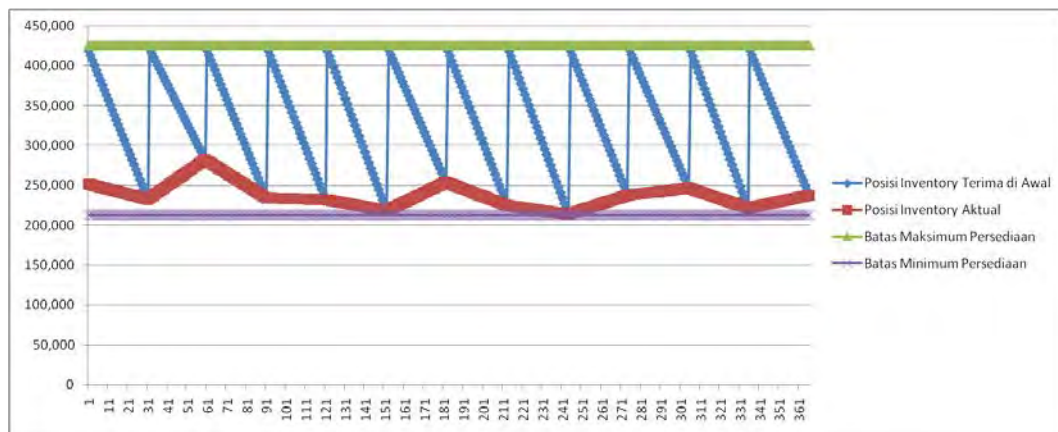
Bulan	7	8	9	10	11	12
Eksisting	38040	44952	45468	31175	50198	46886
Rate harian	1227,10	1450,053	1466,	1005,633	1619,278	1512,450

Selanjutnya sesuai *rate* harian untuk tiap bulannya didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kebutuhan Pemakaian Batu Bara Setelah Tuban 4 Beroperasi

Bulan	Total Kebutuhan Pemakaian (Ton)
7	201035
8	212033
9	188048
10	179148
11	204133
12	188106
1	193107
2	143169
3	191368
4	193486
5	207603
6	171607

Total kebutuhan pemakaian batu bara terbesar terdapat pada Bulan Agustus sebesar 212.033 t on. Batas minimum yang ditentukan merupakan kebutuhan pemakaian selama satu bulan. Apabila mengacu pada kebutuhan Tabel 4.6, maka batas minimum ditentukan untuk pemakaian selama satu bulan yaitu 213.000 ton. Sedangkan untuk batas maksimum yaitu kebutuhan pemakaian selama dua bulan yaitu 426.000 ton. Berdasarkan nilai tersebut maka posisi persediaan PTSI selama satu tahun dengan menggunakan data kebutuhan pemakaian batu bara setelah Tuban 4 beroperasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Posisi *Inventory* Batu Bara PTST

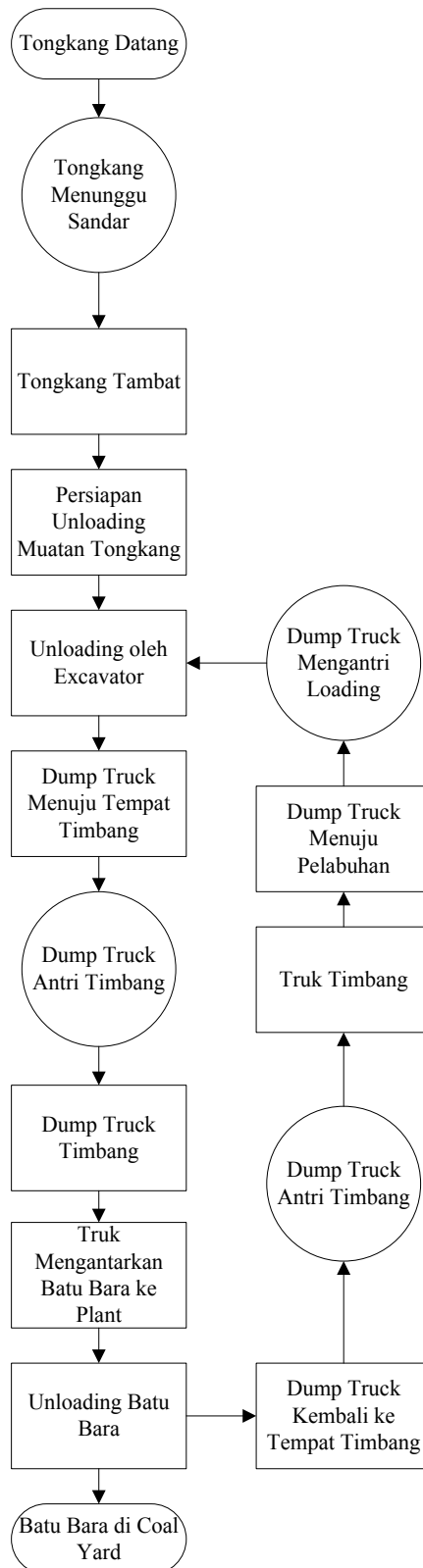
Pada Gambar 4.4, garis merah menunjukkan posisi persediaan aktual, garis biru menunjukkan posisi persediaan apabila penerimaan selama satu bulan diterima di awal. Baik garis merah maupun garis biru tidak melebihi batas maksimum persediaan maupun batas minimum persediaan. Posisi persediaan tersebut telah menyesuaikan dengan peningkatan kebutuhan pemakaian batu bara untuk Tuban 4, namun untuk menjamin *supply* pada saat terjadi peningkatan kebutuhan pemakaian belum tentu sistem pengadaan yang ada mampu untuk memenuhi. Selanjutnya akan diukur apakah sistem pengadaan yang ada mampu dan optimal dapat menjamin untuk memenuhi peningkatan kebutuhan pemakaian yang ada. Sistem pengadaan yang diukur terbatas pada pelabuhan hingga lokasi *coal yard*.

#### 4.4 Pemodelan dan Simulasi Kondisi Eksisting

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pemodelan dan simulasi kondisi eksisting pada sistem pengadaan batu bara pada pelabuhan hingga lokasi *coal yard*.

##### 4.4.1 Pembuatan Model Konseptual ACD (*Activity Cycle Diagram*)

*Activity cycle diagram* adalah suatu cara untuk memodelkan interaksi dari suatu sistem yang berulang. ACD dibuat berdasarkan kondisi eksisting pengadaan batu bara pada PTST dari pelabuhan hingga menuju ke *coal yard*, ACD dikatakan valid apabila sudah sesuai dengan kondisi eksisting.



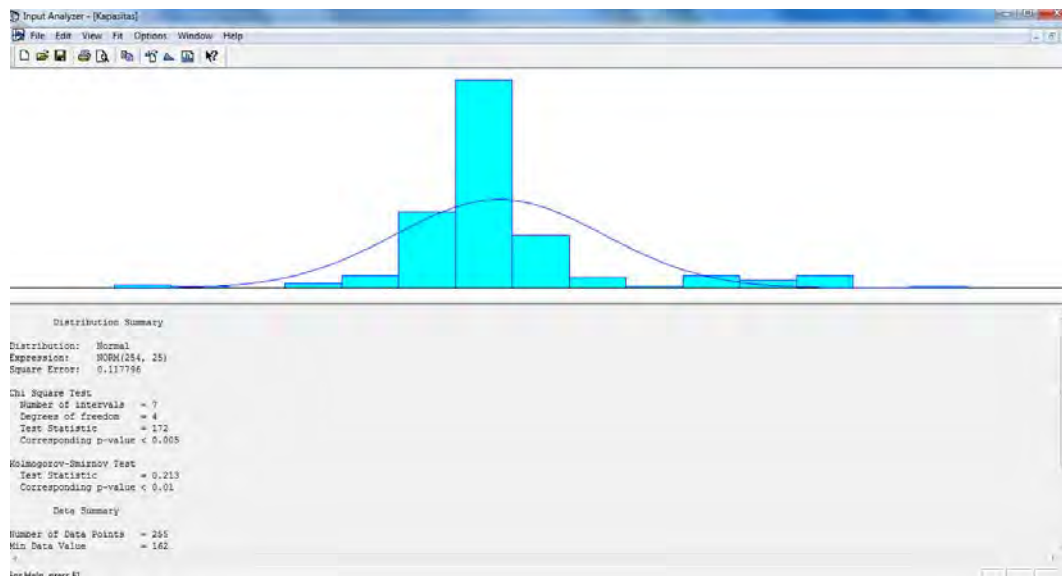
Gambar 4.5 ACD Pemindahan Batu Bara dari Pelabuhan Menuju *Coal Yard*

#### 4.4.2 Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi didasarkan pada model konseptual yang telah dibuat. Model simulasi dibuat dengan menggunakan *software* Arena 5.0. Model simulasi yang dibuat dan digunakan dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.4.3 Input Data Simulasi

Data yang telah dikumpulkan pada tahap pengumpulan data selanjutnya diolah untuk dijadikan inputan pada model simulasi yang telah dibuat. Dengan bantuan *tools* yang terdapat pada *software* Arena 5.0, yaitu *input analyzer*, data yang dikumpulkan pada saat pengumpulan data dilakukan *fitting* sehingga dapat diketahui pola distribusinya dan membentuk *expression* yang dijadikan input pada *software* Arena 5.0. Hasil *fitting* dari data dapat dilihat pada Gambar 4.6.



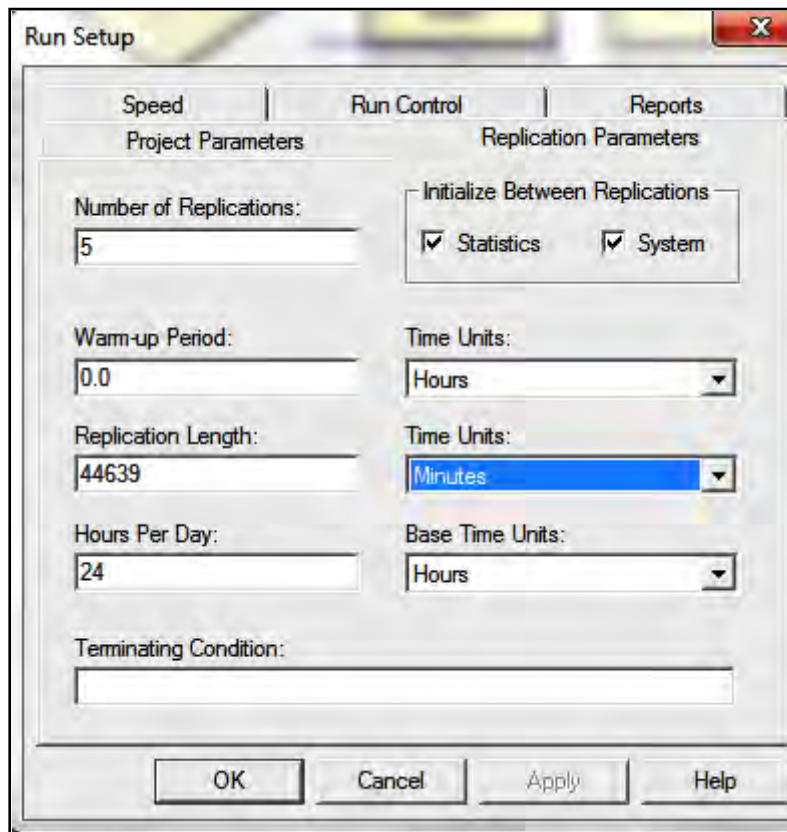
Gambar 4.6 Hasil *Fitting* dengan *Input Analyzer*

#### 4.4.4 Simulasi Model Eksisting

Model eksisting yang telah dibuat pada *software* Arena 5.0 serta telah ditambahkan input dari *input analyzer* selanjutnya dilakukan *running*. *Running* dilakukan dengan durasi satu bulan dengan hari sesuai dengan bulan yang di-*running*. Simulasi dilakukan dengan rentang 24 jam tiap harinya. Jumlah replikasi



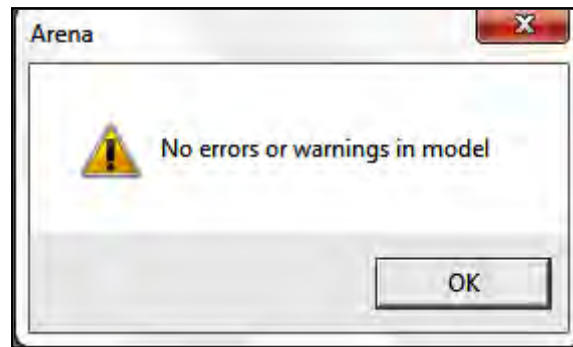
awal yang digunakan sebanyak tiga puluh replikasi. *Run setup* pada *software* Arena 5.0 ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Run Setup* pada *Software* Arena 5.0

#### 4.4.5 Verifikasi

Verifikasi dilakukan untuk mengetahui bahwa model yang dibuat tidak terdapat kesalahan atau tidak di dalamnya. Apabila terdapat kesalahan maka model tidak akan berjalan sehingga diperlukan perbaikan hingga tidak terdapat kesalahan di dalam model. Verifikasi pada *software* Arena 5.0 ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Verifikasi oleh *Software* Arena 5.0

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa tidak terdapat kesalahan pada model simulasi yang telah dibuat sehingga model tersebut dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

#### 4.4.6 Validasi

Validasi adalah sebuah proses untuk mengetahui apakah antara model yang dirancang dengan kondisi eksisting dikatakan tidak terdapat perbedaan secara signifikan atau sebaliknya. Model dinyatakan valid apabila pada proses validasi menghasilkan hasil tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan.

Pada tahap validasi dilakukan perbandingan antara *output* kondisi eksisting dengan *output* hasil simulasi. Untuk kondisi eksisting digunakan *output* penerimaan batu bara pada Bulan Juli. Pada tahap ini digunakan metode *Welch Confidence Interval*, dimana:

- Hipotesa:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

- Observasi yang diambil dari setiap populasi terdistribusi normal dan independen baik di dalam populasi maupun antar populasi.
- Sampel antar populasi tidak harus berjumlah sama.
- Variansi antar populasi tidak harus bernilai sama.

Tabel 4.7 menunjukkan perhitungan awal antara *output* kondisi eksisting dengan *output* hasil simulasi sebelum dilakukan validasi dengan menggunakan metode *Welch Confidence Interval*.

Tabel 4.7 Perhitungan Awal *Output* Kondisi Eksisting dan *Output* Hasil Simulasi

REPLIKASI	EKSISTING (X1)	MODEL (X2)
1	185736	198060
2	185736	187500
3		205440
4		183720
5		195090
6		192210
7		192990
8		190410
9		196950
10		174720
11		191340
12		194220
13		189060
14		192000
15		184350
16		179670
17		187200
18		197100
19		186900
20		194160
21		194250
22		185730
23		173550
24		168600
25		181140
26		183750
27		190080
28		180960
29		192420
30		192270
<i>Sample mean (X1 - X2)</i>	185736	188528
<i>Sample standard deviation</i>	0	7942
<i>Sample variance</i>	0	63074665
n	2	30

n-1	1	29
-----	---	----

Selanjutnya dilakukan perhitungan validasi dengan metode *Welch Confidence Interval* yang diawali dengan menentukan *degree of freedom* sebagai berikut.

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0,05$$

$$df = \frac{\left[ \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{\left[ \frac{\left[ \frac{s_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} \right] + \left[ \frac{\left[ \frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1} \right]}$$

$$df = 29$$

Selanjutnya dengan *degree of freedom* = 29 dan  $\alpha = 0,05$ , ditentukan nilai  $t_{df, \alpha/2}$  melalui tabel  $t$  dan didapatkan bernilai 2,045. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung nilai *half width*.

$$hw = t_{df, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

$$hw = 2965,242122$$

Nilai *half width* yang telah didapatkan digunakan untuk menghitung *confidence interval* sebagai berikut.

$$P[(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw] = 1 - \alpha$$

$$-173,2421215 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 5757,242122$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai 0 terletak di antara kedua batas interval sehingga kesimpulan  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  diterima. Kesimpulan yang didapatkan adalah tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kondisi eksisting dengan hasil simulasi.

#### 4.4.7 Perhitungan Jumlah Replikasi

Jumlah replikasi yang dibutuhkan ditentukan dengan terlebih dahulu melakukan replikasi awal. Replikasi awal yang dilakukan berjumlah 30 sesuai kecukupan data, selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah replikasi dengan metode absolut dengan selang kepercayaan sebesar 95%.

Tabel 4.8 Output Hasil Simulasi dengan Replikasi Sebanyak 30 Kali

REPLIKASI	MODEL
1	198060
2	187500
3	205440
4	183720
5	195090
6	192210
7	192990
8	190410
9	196950
10	174720
11	191340
12	194220
13	189060
14	192000
15	184350
16	179670
17	187200
18	197100
19	186900
20	194160
21	194250
22	185730
23	173550
24	168600
25	181140
26	183750
27	190080
28	180960
29	192420
30	192270
<i>Sample mean</i>	188528
<i>Sample standard deviation</i>	7942

Sample variance	63074665
n	30
n-1	29

$$\alpha = 0,05$$

$$t_{df, \alpha/2} = 2,045$$

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = 2965,24$$

Dimana  $e$  ditentukan sebesar 2500 dan  $z_{\alpha/2} = 1,96$ .

$$n' = \left[ \frac{(z_{\alpha/2})s}{e} \right]^2$$

$$n' = 38,7692$$

Dari hasil perhitungan jumlah replikasi dengan metode absolut yang dilakukan, maka jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah sebanyak 39 replikasi.

#### 4.4.8 Simulasi Kondisi Eksisting

Simulasi kondisi eksisting dilakukan untuk mengetahui jumlah *output* yang dapat dihasilkan pada kondisi eksisting. Kondisi eksisting yang akan dilakukan simulasi adalah pada saat Tuban 4 telah beroperasi. Simulasi akan dilakukan selama satu tahun dengan jumlah alat angkut dan alat muat yang tetap.

Tabel 4.9 Perbandingan Output Hasil Simulasi Eksisting dan Target

Bulan	Eksisting (Ton)	Target (Ton)
1	178290	173.437
2	176790	193.130
3	149910	143.173
4	182400	191.394
5	188220	193.500
6	183360	207.607
7	176820	171.630
8	189300	201.035
9	183360	212.009

Bulan	Eksisting (Ton)	Target (Ton)
10	186600	188.049
11	179280	179.148
12	189450	204.133

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa target bulanan yang tidak terpenuhi dengan alat angkut dan alat muat eksisting. Oleh karena itu dibutuhkan skenario perbaikan untuk mengetahui jumlah alat angkut dan alat muat yang optimal untuk memenuhi target yang ditentukan.

#### 4.5 Simulasi Skenario

Fakta bahwa kebutuhan batu bara pada beberapa bulan tidak dapat terpenuhi dengan alat angkut dan alat muat membutuhkan perbaikan. Oleh karena itu dirancang skenario perbaikan untuk mengetahui jumlah alat angkut dan alat muat yang sesuai dengan kebutuhan batu bara tiap bulannya.

Tabel 4.10 Skenario Perbaikan

Skenario	Jumlah Alat Area Sandar 1			Jumlah Alat Area Sandar 2		
	Dump Truck	Excavator	Bulldoser	Dump Truck	Excavator	Bulldoser
Eks	7	2	1	7	2	1
1	6	2	1	6	2	1
2	7	2	1	6	2	1
3	8	2	1	8	2	1
4	9	2	1	9	2	1

Model eksisting diubah dengan jumlah alat angkut dan alat muat sesuai pada Tabel 4.10. Dalam melakukan analisis output, digunakan dua pendekatan, yaitu *statistically approach* dan *judgmental approach*. Hasil dari simulasi skenario perbaikan terlebih dahulu dilakukan komparasi dengan menggunakan metode Bonferroni Approach.

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	176310	165420	174600	186210	176610	10890	1710	-9900	-300	-9180	-20790	-11190	-11610	-2010	9600
2	174420	160680	173610	187110	181320	13740	810	-12690	-6900	-12930	-26430	-20640	-13500	-7710	5790
3	180600	156390	173910	179970	185010	24210	6690	630	-4410	-17520	-23580	-28620	-6060	-11100	-5040
4	183660	174330	153870	184740	174720	9330	29790	-1080	8940	20460	-10410	-390	-30870	-20850	10020
5	186240	174090	175410	180420	187410	12150	10830	-5820	-1170	-1320	-6330	-13320	-5010	-12000	-6990
6	179550	181020	165960	187500	177120	-1470	13590	-7950	2430	15060	-6480	3900	-21540	-11160	10380
7	192960	166770	171570	193590	187020	26190	21390	-630	5940	-4800	-26820	-20250	-22020	-15450	6570
8	175950	169530	179250	192450	181320	6420	-3300	-16500	-5370	-9720	-22920	-11790	-13200	-2070	11130
9	179370	173460	168270	178470	180030	5910	11100	900	-660	5190	-5010	-6570	-10200	-11760	-1560
10	174720	164430	179460	176460	178200	10290	-4740	-1740	-3480	-15030	-12030	-13770	3000	1260	-1740
11	186900	172650	175890	187320	180930	14250	11010	-420	5970	-3240	-14670	-8280	-11430	-5040	6390
12	174270	165420	179280	186510	176700	8850	-5010	-12240	-2430	-13860	-21090	-11280	-7230	2580	9810
13	176070	164940	172140	186450	193830	11130	3930	-10380	-17760	-7200	-21510	-28890	-14310	-21690	-7380
14	177090	160770	176460	191250	181110	16320	630	-14160	-4020	-15690	-30480	-20340	-14790	-4650	10140
15	181950	175110	171240	182430	174660	6840	10710	-480	7290	3870	-7320	450	-11190	-3420	7770
16	172710	161400	175260	191640	182370	11310	-2550	-18930	-9660	-13860	-30240	-20970	-16380	-7110	9270
17	174210	169500	176850	175470	199860	4710	-2640	-1260	-25650	-7350	-5970	-30360	1380	-23010	-24390
18	176100	159150	178620	188340	194910	16950	-2520	-12240	-18810	-19470	-29190	-35760	-9720	-16290	-6570
19	175500	162360	165930	176850	173550	13140	9570	-1350	1950	-3570	-14490	-11190	-10920	-7620	3300
20	176610	162270	173280	175950	174630	14340	3330	660	1980	-11010	-13680	-12360	-2670	-1350	1320
21	175110	173640	176640	187080	187260	1470	-1530	-11970	-12150	-3000	-13440	-13620	-10440	-10620	-180
22	181770	167430	169950	187110	177300	14340	11820	-5340	4470	-2520	-19680	-9870	-17160	-7350	9810
23	173550	161640	176700	180960	175380	11910	-3150	-7410	-1830	-15060	-19320	-13740	-4260	1320	5580
24	168600	147360	169860	179850	177060	21240	-1260	-11250	-8460	-22500	-32490	-29700	-9990	-7200	2790
25	185580	176490	177570	192840	179880	9090	8010	-7260	5700	-1080	-16350	-3390	-15270	-2310	12960
26	184140	165030	183450	178920	174720	19110	690	5220	9420	-18420	-13890	-9690	4530	8730	4200
27	178170	149580	171900	182760	174270	28590	6270	-4590	3900	-22320	-33180	-24690	-10860	-2370	8490
28	173520	171510	173850	188160	179640	2010	-330	-14640	-6120	-2340	-16650	-8130	-14310	-5790	8520
29	179580	158790	174120	184230	199470	20790	5460	-4650	-19890	-15330	-25440	-40680	-10110	-25350	-15240
30	178410	170070	179850	185040	183390	8340	-1440	-6630	-4980	-9780	-14970	-13320	-5190	-3540	1650
31	175620	167370	178980	177420	184170	8250	-3360	-1800	-8550	-11610	-10050	-16800	1560	-5190	-6750
32	173610	155730	168540	166650	186450	17880	5070	6960	-12840	-12810	-10920	-30720	1890	-17910	-19800
33	173730	171960	172290	177840	178050	1770	1440	-4110	-4320	-330	-5880	-6090	-5550	-5760	-210
34	181110	155130	168990	181170	174450	25980	12120	-60	6660	-13860	-26040	-19320	-12180	-5460	6720
35	177420	156720	173190	175020	194790	20700	4230	2400	-17370	-16470	-18300	-38070	-1830	-21600	-19770
36	176670	172320	179070	183390	197700	4350	-2400	-6720	-21030	-6750	-11070	-25380	-4320	-18630	-14310
37	179490	170130	175050	174390	183480	9360	4440	5100	-3990	-4920	-4260	-13350	660	-8430	-9090
38	181830	169170	164220	186870	181260	12660	17610	-5040	570	4950	-17700	-12090	-22650	-17040	5610
39	180930	149010	172920	179880	178650	31920	8010	1050	2280	-23910	-30870	-29640	-6960	-5730	1230
X bar (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						12955,38	4770	-4735,38	-3965,38	-8185,38	-17690,8	-16920,8	-9505,38	-8735,38	770
s (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						7844,501	7706,737	6562,113	8973,711	9718,617	8540,718	10810,84	7716,978	7868,631	9656,313

Gambar 4.9 Penghitungan Awal Bonferroni Approach untuk Model Bulan Januari

Hasil simulasi eksisting dan simulasi skenario dilakukan perbandingan untuk setiap model. Nilai selisih untuk setiap model dilakukan penghitungan rata-rata dan standar deviasi. Selanjutnya dilakukan penghitungan sebagai berikut.

$$\alpha_i = \frac{\alpha}{\frac{K(K-1)}{2}}$$

$$\alpha = 0,1$$

$$K = \text{Jumlah model yang akan dibandingkan} = 5$$

Maka didapatkan  $\alpha_i = 0,01$ . Selanjutnya dilakukan penghitungan untuk menentukan nilai *half width* untuk masing-masing perbandingan, sebagai contoh perbandingan model eksisting dengan skenario 1.



$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2,576 \times 7844,501}{\sqrt{39}}$$

$$hw = 3235,779$$

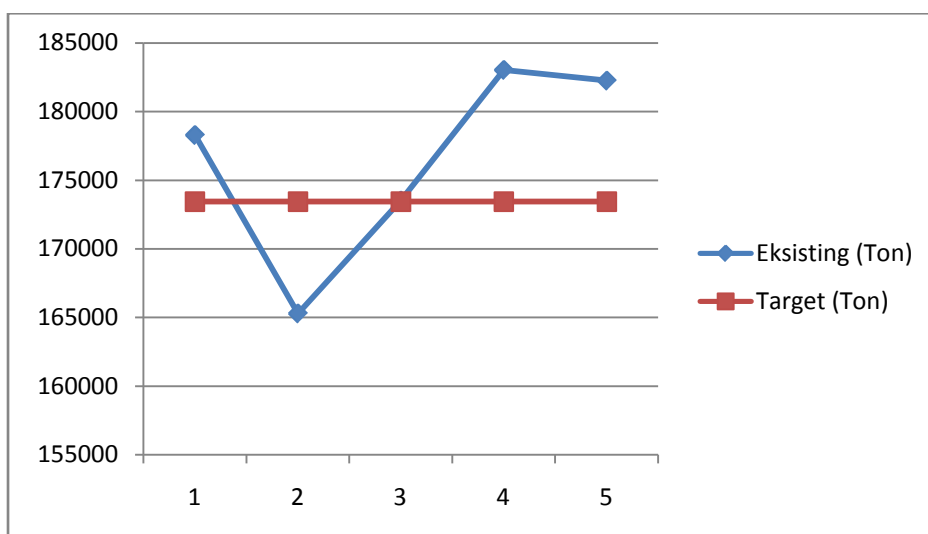
Sehingga dengan interval kepercayaan sebesar 99 persen didapatkan:

$$12955,38 - 3235,779 \leq \mu_{(eks-s1)} \leq 12955,38 + 3235,779$$

$$9719,605 \leq \mu_{(eks-s1)} \leq 16191,16$$

Sehingga didapatkan keputusan bahwa rata-rata output pada model eksisting dan model skenario 1 tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Analisis dengan *judgmental approach* dilakukan dengan mempertimbangkan output dari model. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan hasil perbandingan antara target bulanan dengan output untuk tiap skenario perbaikan untuk Bulan Januari dapat dilihat pada Gambar 4.10. Perbandingan antara target bulanan dengan output untuk tiap skenario bulan lain dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario Perbaikan Bulan Januari

#### 4.6 Komponen Biaya

Komponen biaya untuk masing-masing skenario dibutuhkan untuk pertimbangan penentuan skenario yang digunakan. Komponen biaya terdiri dari biaya sewa dan biaya operasional.

##### 4.6.1 Biaya Sewa Alat

Pengadaan angkut dan alat muat untuk memenuhi kebutuhan batu bara oleh PTSI dilakukan dengan sistem sewa. Biaya sewa untuk masing-masing alat angkut dan alat muat dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Biaya Sewa Alat Angkut dan Alat Muat

No.	Alat	Biaya sewa / jam
1	Dump Truck	20.139
2	Excavator	360.000
3	Bulldoser	875.000

##### 4.6.2 Biaya Operasional

Biaya operasional yang diperhitungkan pada proses pengadaan batu bara antara lain gaji operator, biaya perawatan, dan biaya bahan bakar. Biaya operasional untuk masing-masing angkut dan alat muat dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Biaya Operasional Alat Angkut dan Alat Muat

No.	Alat	Biaya operasional / jam
1	Dump Truck	376.107
2	Excavator	363.107
3	Bulldoser	343.607

#### 4.7 Penghitungan Total Biaya

Berdasarkan skenario perbaikan yang telah disimulasikan, maka didapatkan skenario perbaikan yang dapat memenuhi kebutuhan atau tidak. Skenario yang dapat memenuhi batasan tersebut selanjutnya akan dilakukan penghitungan biaya untuk menentukan skenario dengan biaya optimal. Hasil penghitungan total biaya

untuk Bulan Januari dapat dilihat pada Tabel 4.13. Hasil penghitungan total biaya untuk bulan lain dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.13 Hasil Penghitungan Total Biaya Bulan Januari

Model	Biaya
Eksisting	4281036826
1	3978257319
2	4181086639
3	4383480718
4	4280229987

Melalui skenario dengan biaya optimal tersebut, dapat ditentukan biaya yang dibutuhkan untuk pemindahan batu bara tiap tonnya dari pelabuhan ke *coal yard* dengan membagi total biaya dengan output yang dihasilkan dengan skenario tersebut.

Dengan menghitung total biaya bulanan sesuai skenario perbaikan tiap bulan dengan total biaya optimal tiap bulannya maka didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk pemindahan batu bara dari pelabuhan menuju *coal yard* selama satu tahun.

Tabel 4.14 Total Biaya Selama Satu Tahun

Bulan	Skenario	Total Biaya
1	2	4181086639
2	4	4728131830
3	1	3593530315
4	3	4611188055
5	3	4717513908
6	4	5067414884
7	2	4172506280
8	3	4834913503
9	4	5115716106
10	3	4598759162
11	Eks	4305383338
12	4	5071648441
Total Biaya		54997792460

## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI**

Bab analisis dan interpretasi berisi mengenai analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan beserta interpretasi data.

#### **5.1 Analisis Proses Pengadaan Batu Bara**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai analisis proses pengadaan batu bara.

##### **5.1.1 Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Eksisting**

Kebijakan pengendalian persediaan batu bara yang digunakan oleh PTSI, yaitu metode *periodic-review, order-up-to-level (R,S) system*. PTSI tidak menghendaki adanya *stockout* batu bara karena batu bara merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan semen. Terjadinya *stockout* juga berdampak buruk terhadap proses produksi semen. Periode *review (R)* yang ditentukan oleh PTSI setiap sebulan sekali. Pada saat periode *review, order quantity* yang dipesan dipengaruhi oleh posisi persediaan sehingga kembali meningkatkan posisi persediaan hingga mencapai tingkat *S*. *Order quantity* tersebut dipenuhi oleh beberapa *supplier* yang telah dikontrak. *Supplier-supplier* tersebut akan melakukan pengiriman batu bara sesuai penjadwalan yang dilakukan PTSI.

PTSI memiliki batasan bahwa batu bara yang tersedia / batas minimum di *coal yard* setidaknya senilai dengan pemakaian selama satu bulan. Batas minimum yang ditentukan oleh PTSI pada saat pengambilan data adalah senilai 160.000 ton. Untuk nilai *S* yang merupakan nilai batas maksimum persediaan yang ditentukan, senilai dengan pemakaian selama dua bulan. Maka nilai *S* didapatkan sebesar 320.000 ton.

Nilai minimum persediaan batu bara tersebut digunakan untuk kebutuhan pemakaian batu bara pada bulan selanjutnya. Sebelum dapat digunakan untuk proses produksi, dibutuhkan pengujian terlebih dahulu terhadap batu bara yang

terdapat pada *coal yard*. Hasil pengujian tersebut dijadikan acuan rencana penggunaan batu bara pada bulan selanjutnya.

### 5.1.2 Analisis Perbaikan *Order Quantity*

Berdasar kebijakan pengendalian persediaan yang dilakukan, terjadi ketidaksesuaian pada praktek pengadaan yang menyebabkan tingginya persediaan batu bara yang terdapat pada *coal yard*. Ketidaksesuaian tersebut dapat disebabkan oleh *order quantity* bulanan PTSI yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan melebihi batas maksimum persediaan yang seharusnya. Oleh karena itu dengan perbaikan *order quantity* agar tidak melebihi batas maksimum yang ditentukan.

Perbaikan yang dilakukan berupa penyesuaian *order quantity* bulanan untuk mencapai batas maksimum / tingkat S. Perbaikan tersebut mengakibatkan berubahnya rata-rata jumlah persediaan pada *coal yard* PTSI.

Tabel 5.1 Perbandingan Rata-rata Jumlah Persediaan Batu Bara

Bulan	Rata-rata Jumlah Inventory		Selisih
	Eksisting	Perbaikan	
1	240.717	240.717	0
2	212.861	235.252	-22.391
3	220.361	213.940	6.421
4	181.692	175.260	6.432
5	157.008	168.193	-11.185
6	177.396	156.623	20.773
7	187.620	158.847	28.773
8	152.023	114.533	37.491
9	125.984	121.273	4.711
10	134.237	136.556	-2.319
11	128.228	129.734	-1.505
12	141.284	131.817	9.467
Total			76.667

Berdasarkan Tabel 5.1, selama 1 tahun didapatkan total perbedaan rata-rata jumlah persediaan batu bara eksisting dan perbaikan sebanyak 76.667 ton untuk kondisi eksisting. Rata-rata jumlah persediaan batu bara perbaikan tidak selalu

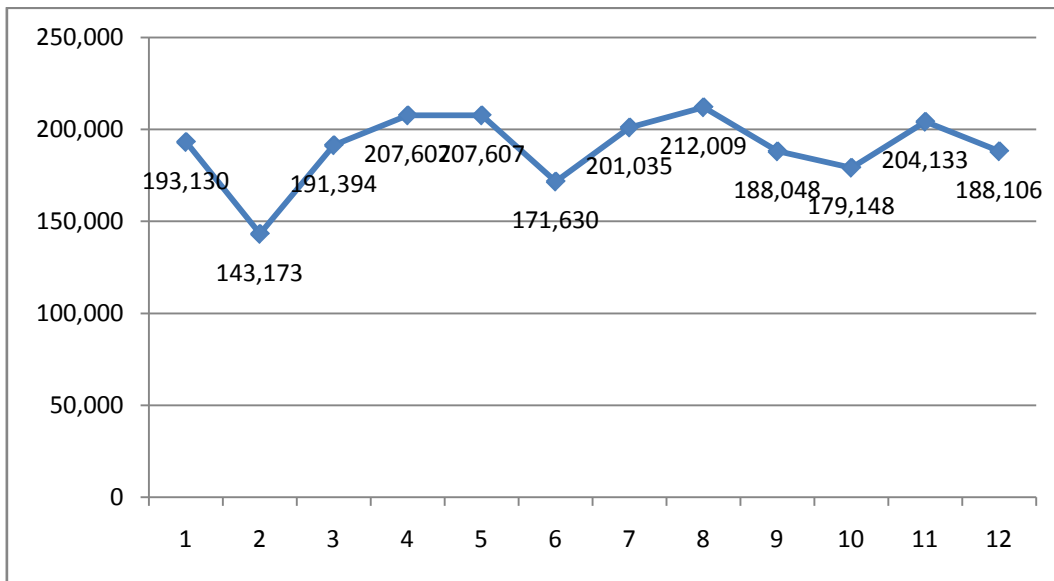
lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata jumlah persediaan batu bara eksisting, jumlah persediaan menyesuaikan dengan pemakaian batu bara tiap bulannya.

Akan tetapi *order quantity* perbaikan tersebut tidak mempertimbangkan klausul kontrak yang diteken oleh PTSI dengan *supplier*. Bisa jadi *order* yang dilakukan pada kondisi eksisting dikarenakan nilai kontrak pengadaan batu bara yang jumlahnya terlalu banyak sehingga menyebabkan PTSI harus melakukan pengiriman batu bara sisa yang telah dikontrak, baik terbagi pada beberapa bulan maupun apabila dikirim pada akhir periode kontrak. Sehingga penyesuaian *order quantity* juga harus diimbangi dengan penyesuaian kontrak yang dilakukan.

### **5.1.3 Analisis Peningkatan Pemakaian**

Rata-rata jumlah persediaan pada bulan-bulan tertentu lebih rendah dibandingkan dengan batas minimum persediaan yang ditentukan oleh PTSI. Hal tersebut disebabkan karena mulai beroperasinya Tuban 4 untuk meningkatkan kapasitas produksi dari PTSI. Peningkatan kapasitas produksi tersebut juga diiringi dengan pemakaian batu bara yang meningkat sehingga kebutuhan pemakaian batu bara untuk produksi melebihi batas yang ditentukan oleh PTSI, yaitu selisih antara batas maksimum dan batas minimum persediaan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan terhadap batas maksimum dan batas minimum persediaan sesuai dengan ketentuan PTSI.

Perbaikan dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan *rate* pemakaian harian selama satu tahun untuk Tuban 4. Demand ditentukan dengan menggunakan data *rate* pemakaian harian batu bara Tuban 4 pada Bulan Juli hingga Desember.



Gambar 5.1 Kebutuhan Pemakaian Batu Bara

Berdasarkan *rate* tersebut selanjutnya ditentukan batas minimum persediaan yaitu pada bulan dengan pemakaian bulanan tertinggi dengan nilai 213.000 ton. Nilai tersebut setara dengan pemakaian batu bara selama satu bulan. Dari nilai batas minimum tersebut maka ditentukan batas maksimum persediaan untuk dua bulan dengan nilai 426.000 ton. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk penghitungan matematis yang sama seperti kondisi eksisting dan perbaikan sehingga didapatkan rata-rata persediaan batu bara selama satu tahun yaitu 237.199 ton dengan tidak mengalami kondisi posisi berada di bawah batas minimum persediaan. Nilai selisih rata-rata persediaan dengan batas minimum tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai selisih rata-rata persediaan dengan batas minimum eksisting pada empat bulan pertama saat Tuban 4 belum beroperasi, yaitu 213.908.

## 5.2 Analisis Hasil Simulasi Eksisting

Peningkatan pemakaian batu bara mendorong peningkatan performansi pada proses pengadaan batu bara. Hasil simulasi eksisting menunjukkan peningkatan kebutuhan batu bara belum dapat diimbangi oleh sistem pengadaan yang ada, yaitu dengan tujuh *dump truck*, dua *excavator*, dan satu *bulldozer* untuk masing-masing area sandar. Hasil simulasi eksisting menunjukkan pada bulan-bulan

tertentu output yang dihasilkan kurang dari target yang ditentukan. Pada bulan-bulan tertentu juga terdapat fakta bahwa output yang dihasilkan jauh lebih banyak dibandingkan dengan target. Oleh karena itu tidak hanya perlu dilakukan skenario penambahan tetapi juga pengurangan terhadap alat angkut dan alat muat yang digunakan.

### **5.3 Analisis Skenario Perbaikan**

Skenario perbaikan yang digunakan sebanyak 4 skenario dengan komposisi alat angkut yang berbeda. Alat muat tidak dilakukan pengubahan karena utilitas dari alat muat tersebut belum terutilisasi secara maksimal. Skenario yang tidak mampu memenuhi target pada bulan tertentu tidak dapat dijadikan rekomendasi skenario perbaikan pada bulan tersebut. Skenario yang mampu memenuhi target bulanan akan dijadikan rekomendasi untuk penghitungan total biaya. Penghitungan total biaya dilakukan dengan ketentuan seluruh alat angkut dan alat muat disewa oleh PTSI.

### **5.4 Analisis Total Biaya**

Berdasarkan penghitungan total biaya masing-masing skenario perbaikan tiap bulannya. Maka didapatkan skenario yang rekomendasi untuk setiap bulan seperti pada Tabel 5.2. Skenario rekomendasi tersebut merupakan skenario pada bulan tertentu yang menghasilkan total biaya / tonnya yang paling minimum. Total biaya per ton didapatkan melalui biaya operasi alat angkut dan alat muat dan output yang dapat dihasilkan. Berubahnya jumlah alat angkut dan alat muat tiap bulannya menyebabkan kurang sesuai apabila perusahaan membeli peralatan yang dibutuhkan. Hal tersebut akan menyebabkan peralatan *idle* pada bulan-bulan tertentu sesuai dengan kebutuhan batu bara pada bulan-bulan tersebut, sedangkan apabila dipaksakan akan menyebabkan berkurangnya utilitas dari peralatan. Oleh karena itu menyewa kepada penyedia alat angkut dan alat muat menjadi lebih dipertimbangkan daripada membeli.



Tabel 5.2 Rekomendasi Skenario untuk Setiap Bulan

Bulan	Skenario
1	2
2	4
3	1
4	3
5	3
6	4
7	2
8	3
9	4
10	3
11	Eks
12	4

Sesuai dengan skenario dengan biaya optimal untuk masing-masing bulan didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk pemindahan batu bara dari pelabuhan menuju *coal yard* oleh PTSI selama satu tahun sebesar Rp 54.997.792.460.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kesimpulan dan saran berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang dilakukan peneliti serta saran yang berguna bagi perusahaan terkait ruang lingkup penelitian.

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Kebijakan pengendalian persediaan (R,S) *system* yang digunakan oleh PTSI sudah sesuai dengan kebutuhan pemenuhan batu bara, akan tetapi *order quantity* bulanan yang dipesan terlalu tinggi sehingga menyebabkan menumpuknya persediaan batu bara di *coal yard*.
2. Perbaikan *order quantity* dapat mengurangi rata-rata jumlah persediaan batu bara eksisting selama 1 tahun sebanyak 76.667 ton.
3. Peningkatan pemakaian batu bara karena mulai beroperasinya Tuban 4 menyebabkan kebutuhan perbaikan kebijakan pengendalian persediaan. Rekomendasi batas minimum dan maksimum masing-masing pada titik 213.000 ton dan 426.000 ton.
4. Peningkatan pemakaian menyebabkan output yang dihasilkan tidak dapat memenuhi target yang ditentukan sehingga diperlukan perbaikan. Rekomendasi yang diusulkan adalah penentuan jumlah peralatan bongkar untuk memenuhi kebutuhan pemakaian batu bara yang optimal.
5. Rekomendasi skenario untuk setiap bulan berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan batu bara dan total biaya yang dibutuhkan untuk pemindahan batu bara dari pelabuhan menuju *coal yard* selama satu tahun adalah sebesar Rp 54.997.792.460.

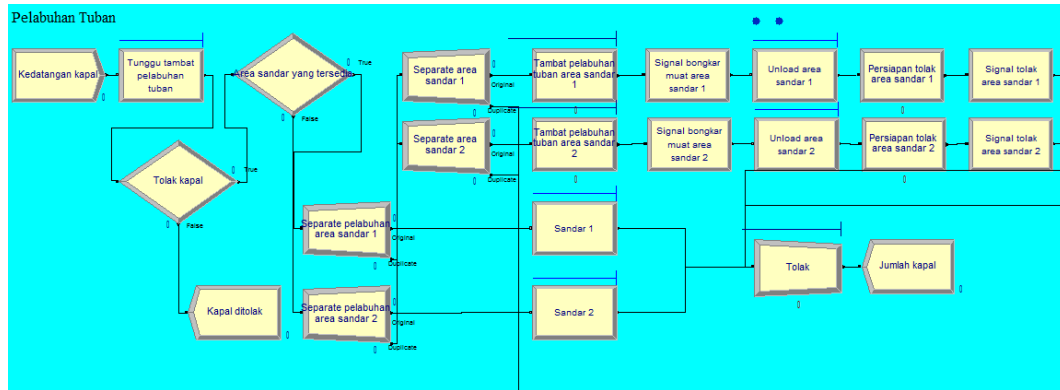
#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

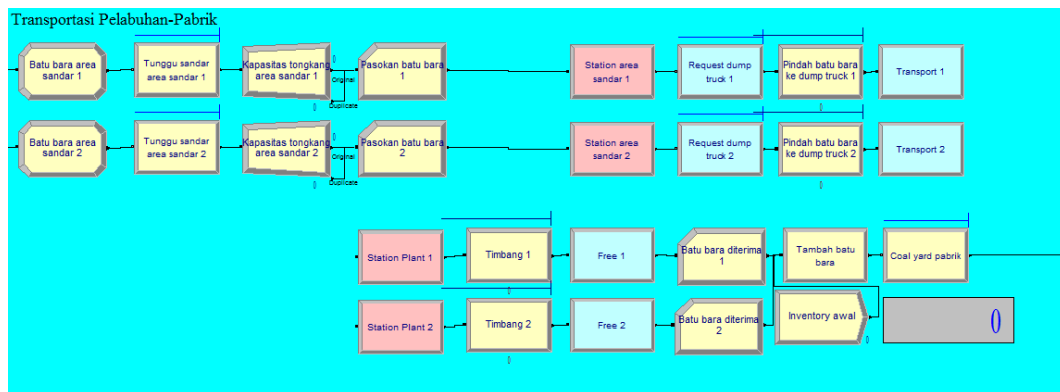
1. Penentuan jumlah peralatan bongkar minimal dalam satu tahun dapat menggunakan milik sendiri (beli) sehingga lebih ekonomis.
2. Kajian keuangan yang lebih detail akan memberikan pertimbangan yang lebih baik dalam penentuan keputusan.

# LAMPIRAN

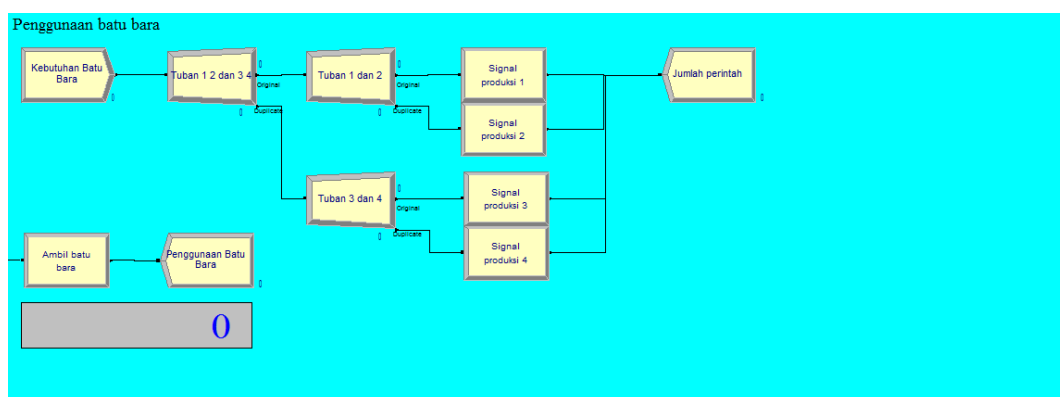
## Lampiran A Model Arena



## Lampiran A.1 Pelabuhan Tuban



## Lampiran A.2 Pemindahan Batu Bara dari Pelabuhan Menuju Pabrik



## Lampiran A.3 Pemakaian Batu Bara

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

### Lampiran B Input Distribusi Arena

Nomor	Aktivitas	Distribusi
1	Waktu tambat tongkang	$-205 + 1.03e+004 * \text{BETA}(0.463, 7.2)$
2	Waktu persiapan tolak tongkang	$-0.001 + \text{EXPO}(588)$
3	Kapasitas tongkang	$\text{NORM}(254, 25)$
4	Kecepatan dump truck	$\text{UNIF}(15, 20)$
5	Loading batu bara ke dump truck oleh excavator	$\text{TRIA}(8, 10, 12)$
6	Waktu timbang	$\text{CONSTANT}(3)$

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## Lampiran C Hasil Penghitungan *Bonferroni Approach*

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	176310	165420	174600	186210	176610	10890	1710	-9900	-300	-9180	-20790	-11190	-11610	-2010	9600
2	174420	160680	173610	187110	181320	13740	810	-12690	-6900	-12930	-26430	-20640	-13500	-7710	5790
3	180600	156390	173910	179970	185010	24210	6690	630	-4410	-17520	-23580	-28620	-6060	-11100	-5040
4	183660	174330	153870	184740	174720	9330	29790	-1080	8940	20460	-10410	-390	-30870	-20850	10020
5	186240	174090	175410	180420	187410	12150	10830	5820	-1170	-1320	-6330	-13320	-5010	-12000	-6990
6	179550	181020	165960	187500	177120	-1470	13590	-7950	2430	15060	-6480	3900	-21540	-11160	10380
7	192960	166770	171570	193590	187020	26190	21390	-630	5940	-4800	-26820	-20250	-22020	-15450	6570
8	175950	169530	179250	192450	181320	6420	-3300	-16500	-5370	-9720	-22920	-11790	-13200	-2070	11130
9	179370	173460	168270	178470	180030	5910	11100	900	-660	5190	-5010	-6570	-10200	-11760	-1560
10	174720	164430	179460	176460	178200	10290	-4740	-1740	-3480	-15030	-12030	-13770	3000	1260	-1740
11	186900	172650	175890	187320	180930	14250	11010	-420	5970	-3240	-14670	-8280	-11430	-5040	6390
12	174270	165420	179280	186510	176700	8850	-5010	-12240	-2430	-13860	-21090	-11280	-7230	2580	9810
13	176070	164940	172140	186450	193830	11130	3930	-10380	-17760	-7200	-21510	-28890	-14310	-21690	-7380
14	177090	160770	176460	191250	181110	16320	630	-14160	-4020	-15690	-30480	-20340	-14790	-4650	10140
15	181950	175110	171240	182430	174660	6840	10710	-480	7290	3870	-7320	450	-11190	-3420	7770
16	172710	161400	175260	191640	182370	11310	-2550	-18930	-9660	-13860	-30240	-20970	-16380	-7110	9270
17	174210	169500	176850	175470	199860	4710	-2640	-1260	-25650	-7350	-5970	-30360	1380	-23010	-24390
18	176100	159150	178620	188340	194910	16950	-2520	-12240	-18810	-19470	-29190	-35760	-9720	-16290	-6570
19	175500	162360	165930	176850	173550	13140	9570	-1350	1950	-3570	-14490	-11190	-10920	-7620	3300
20	176610	162270	173280	175950	174630	14340	3330	660	1980	-11010	-13680	-12360	-2670	-1350	1320
21	175110	173640	176640	187080	187260	1470	-1530	-11970	-12150	-3000	-13440	-13620	-10440	-10620	-180
22	181770	167430	169950	187110	177300	14340	11820	-5340	4470	-2520	-19680	-9870	-17160	-7350	9810
23	173550	161640	176700	180960	175380	11910	-3150	-7410	-1830	-15060	-19320	-13740	-4260	1320	5580
24	168600	147360	169860	179850	177060	21240	-1260	-11250	-8460	-22500	-32490	-29700	-9990	-7200	2790
25	185580	176490	177570	192840	179880	9090	8010	-7260	5700	-1080	-16350	-3390	-15270	-2310	12960
26	184140	165030	183450	178920	174720	19110	690	5220	9420	-18420	-13890	-9690	4530	8730	4200
27	178170	149580	171900	182760	174270	28590	6270	-4590	3900	-22320	-33180	-24690	-10860	-2370	8490
28	173520	171510	173850	188160	179640	2010	-330	-14640	-6120	-2340	-16650	-8130	-14310	-5790	8520
29	179580	158790	174120	184230	199470	20790	5460	-4650	-19890	-15330	-25440	-40680	-10110	-25350	-15240
30	178410	170070	179850	185040	183390	8340	-1440	-6630	-4980	-9780	-14970	-13320	-5190	-3540	1650
31	175620	167370	178980	177420	184170	8250	-3360	-1800	-8550	-11610	-10050	-16800	1560	-5190	-6750
32	173610	155730	168540	166650	186450	17880	5070	6960	-12840	-12810	-10920	-30720	1890	-17910	-19800
33	173730	171960	172290	177840	178050	1770	1440	-4110	-4320	-330	-5880	-6090	-5550	-5760	-210
34	181110	155130	168990	181170	174450	25980	12120	-60	6660	-13860	-26040	-19320	-12180	-5460	6720
35	177420	156720	173190	175020	194790	20700	4230	2400	-17370	-16470	-18300	-38070	-1830	-21600	-19770
36	176670	172320	179070	183390	197700	4350	-2400	-6720	-21030	-6750	-11070	-25380	-4320	-18630	-14310
37	179490	170130	175050	174390	183480	9360	4440	5100	-3990	-4920	-4260	-13350	660	-8430	-9090
38	181830	169170	164220	186870	181260	12660	17610	-5040	570	4950	-17700	-12090	-22650	-17040	5610
39	180930	149010	172920	179880	178650	31920	8010	1050	2280	-23910	-30870	-29640	-6960	-5730	1230
X bar (I - I'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						12955,38	4770	-4735,38	-3965,38	-8185,38	-17690,8	-16920,8	-9505,38	-8735,38	770
s (I - I'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						7844,501	7706,737	6562,113	8973,711	9718,617	8540,718	10810,84	7716,978	7868,631	9656,313

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	3235,779277	3178,95289	2706,806924	3701,567276	4008,833615	3522,961985	4459,362897	3183,177136	3245,732526	3983,133598
kurang hw	9719,605338	1591,04711	-7442,191539	-7666,951891	-12194,21823	-21213,73122	-21380,13213	-12688,56175	-11981,11714	-3213,133598
tambah hw	16191,16389	7948,95289	-2028,577691	-263,8173398	-4176,551	-14167,80725	-12461,40633	-6322,207479	-5489,652089	4753,133598
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.1 Hasil Penghitungan *Bonferroni Approach* Bulan Januari



REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	184380	154440	166440	184410	206550	29940	17940	-30	-22170	-12000	-29970	-52110	-17970	-40110	-22140
2	173130	147840	164730	193320	197850	25290	8400	-20190	-24720	-16890	-45480	-50010	-28590	-33120	-4530
3	191460	143490	167130	190140	179250	47970	24330	1320	12210	-23640	-46650	-35760	-23010	-12120	10890
4	172680	161460	153150	182760	201900	11220	19530	-10080	-29220	8310	-21300	-40440	-29610	-48750	-19140
5	180150	167820	169890	186450	202590	12330	10260	-6300	-22440	-2070	-18630	-34770	-16560	-32700	-16140
6	177300	168930	166260	176250	207360	8370	11040	1050	-30060	2670	-7320	-38430	-9990	-41100	-31110
7	178020	158430	163980	193590	195270	19590	14040	-15570	-17250	-5550	-35160	-36840	-29610	-31290	-1680
8	176220	157020	169800	198540	198270	19200	6420	-22320	-22050	-12780	-41520	-41250	-28740	-28470	270
9	185700	165840	161970	198990	196830	19860	23730	-13290	-11130	3870	-33150	-30990	-37020	-34860	2160
10	167190	155160	165540	165090	201900	12030	1650	2100	-34710	-10380	-9930	-46740	450	-36360	-36810
11	176400	162750	169170	195900	197100	13650	7230	-19500	-20700	-6420	-33150	-34350	-26730	-27930	-1200
12	184500	157080	165420	193200	197730	27420	19080	-8700	-13230	-8340	-36120	-40650	-27780	-32310	-4530
13	184650	153750	162810	180720	201540	30900	21840	3930	-16890	-9060	-26970	-47790	-17910	-38730	-20820
14	181140	156330	169950	176370	196740	24810	11190	4770	-15600	-13620	-20040	-40410	-6420	-26790	-20370
15	169440	166050	163530	203340	199650	3390	5910	-33900	-30210	2520	-37290	-33600	-39810	-36120	3690
16	165210	149880	166020	189000	196800	15330	-810	-23790	-31590	-16140	-39120	-46920	-22980	-30780	-7800
17	176730	158520	174210	194160	200730	18210	2520	-17430	-24000	-15690	-35640	-42210	-19950	-26520	-6570
18	182190	146520	170670	196530	195210	35670	11520	-14340	-13020	-24150	-50010	-48690	-25860	-24540	1320
19	173550	149550	151950	193860	193470	24000	21600	-20310	-19920	-2400	-44310	-43920	-41910	-41520	390
20	188700	150030	169980	193560	192600	38670	18720	-4860	-3900	-19950	-43530	-42570	-23580	-22620	960
21	185190	160770	164850	189810	185280	24420	20340	-4620	-90	-4080	-29040	-24510	-24960	-20430	4530
22	174330	158430	160530	188790	195750	15900	13800	-14460	-21420	-2100	-30360	-37320	-28260	-35220	-6960
23	161940	151650	170790	194760	193980	10290	-8850	-32820	-32040	-19140	-43110	-42330	-23970	-23190	780
24	154500	142170	155940	194820	198420	12330	-1440	-40320	-43920	-13770	-52650	-56250	-38880	-42480	-3600
25	193620	163710	169410	201480	211080	29910	24210	-7860	-17460	-5700	-37770	-47370	-32070	-41670	-9600
26	191370	154740	171810	188220	196110	36630	19560	3150	-4740	-17070	-33480	-41370	-16410	-24300	-7890
27	165360	143700	160290	194040	197820	21660	5070	-28680	-32460	-16590	-50340	-54120	-33750	-37530	-3780
28	180840	164040	168780	197430	195120	16800	12060	-16590	-14280	-4740	-33390	-31080	-28650	-26340	2310
29	172080	146190	165000	198810	199470	25890	7080	-26730	-27390	-18810	-52620	-53280	-33810	-34470	-660
30	187860	160470	169680	183720	193200	27390	18180	4140	-5340	-9210	-23250	-32730	-14040	-23520	-9480
31	176850	156390	167700	192450	199680	20460	9150	-15600	-22830	-11310	-36060	-43290	-24750	-31980	-7230
32	159510	145380	155130	153480	193530	14130	4380	6030	-34020	-9750	-8100	-48150	1650	-38400	-40050
33	166770	160350	161130	182400	194430	6420	5640	-15630	-27660	-780	-22050	-34080	-21270	-33300	-12030
34	170550	142260	161490	182430	198990	28290	9060	-11880	-28440	-19230	-40170	-56730	-20940	-37500	-16560
35	170010	144030	166740	197310	203940	25980	3270	-27300	-33930	-22710	-53280	-59910	-30570	-37200	-6630
36	181170	161370	181800	189990	197700	19800	-630	-8820	-16530	-20430	-28620	-36330	-8190	-15900	-7710
37	170070	160230	174690	196830	199770	9840	-4620	-26760	-29700	-14460	-36600	-39540	-22140	-25080	-2940
38	184080	159120	154050	182490	197190	24960	30030	1590	-13110	5070	-23370	-38070	-28440	-43140	-14700
39	180840	136140	165360	195060	193560	44700	15480	-14220	-12720	-29220	-58920	-57420	-29700	-28200	1500
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						21888,46	11228,46	-12687,7	-20735,4	-10660	-34576,2	-42623,8	-23916,2	-31963,8	-8047,69
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						10236,6	9011,582	12132,63	11154,1	9009,293	12560,65	8334,029	10028,4	7961,663	11243,65

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	4222,497298	3717,188532	5004,59072	4600,956284	3716,244573	5181,145134	3437,704675	4136,617842	3284,107475	4637,894686
kurang hw	17665,96424	7511,273007	-17692,28303	-25336,3409	-14376,24457	-39757,29898	-46061,55083	-28052,77169	-35247,95363	-12685,58699
tambah hw	26110,95884	14945,65007	-7683,101588	-16134,42833	-6943,755427	-29395,00871	-39186,14148	-19779,536	-28679,73868	-3409,797621
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda

## Lampiran C.2 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Februari

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	145170	149280	157110	154590	146550	-4110	-11940	-9420	-1380	-7830	-5310	2730	2520	10560	8040
2	152400	152550	151650	162210	166020	-150	750	-9810	-13620	900	-9660	-13470	-10560	-14370	-3810
3	147510	144990	145260	144270	152850	2520	2250	3240	-5340	-270	720	-7860	990	-7590	-8580
4	150510	146010	146580	147450	154020	4500	3930	3060	-3510	-570	-1440	-8010	-870	-7440	-6570
5	148770	154890	152970	149640	148650	-6120	-4200	-870	120	1920	5250	6240	3330	4320	990
6	149970	147960	150690	144180	145590	2010	-720	5790	4380	-2730	3780	2370	6510	5100	-1410
7	159270	147450	154140	146880	148320	11820	5130	12390	10950	-6690	570	-870	7260	5820	-1440
8	146220	148350	148050	156270	143790	-2130	-1830	-10050	2430	300	-7920	4560	-8220	4260	12480
9	155040	157200	149130	163320	146400	-2160	5910	-8280	8640	8070	-6120	10800	-14190	2730	16920
10	143670	150660	148140	155040	144870	-6990	-4470	-11370	-1200	2520	-4380	5790	-6900	3270	10170
11	146670	156870	146820	151500	143820	-10200	-150	-4830	2850	10050	5370	13050	-4680	3000	7680
12	150690	148920	150420	170550	147330	1770	270	-19860	3360	-1500	-21630	1590	-20130	3090	23220
13	152010	157050	149160	149460	148590	-5040	2850	2550	3420	7890	7590	8460	-300	570	870
14	153180	143640	154560	147570	144570	9540	-1380	5610	8610	-10920	-3930	-930	6990	9990	3000
15	168600	161040	146190	149790	158190	7560	22410	18810	10410	14850	11250	2850	-3600	-12000	-8400
16	148320	145950	146010	146790	146760	2370	2310	1530	1560	-60	-840	-810	-780	-750	30
17	146100	144210	145050	144240	153900	1890	1050	1860	-7800	-840	-30	-9690	810	-8850	-9660
18	145680	146490	155730	147720	143730	-810	-10050	-2040	1950	-9240	-1230	2760	8010	12000	3990
19	146070	154560	146760	148170	143610	-8490	-690	-2100	2460	7800	6390	10950	-1410	3150	4560
20	146130	147240	145080	155460	156810	-1110	1050	-9330	-10680	2160	-8220	-9570	-10380	-11730	-1350
21	144060	156270	154140	148140	150030	-12210	-10080	-4080	-5970	2130	8130	6240	6000	4110	-1890
22	145650	145710	150330	154680	144570	-60	-4680	-9030	1080	-4620	-8970	1140	-4350	5760	10110
23	150420	148890	146130	157680	153330	1530	4290	-7260	-2910	2760	-8790	-4440	-11550	-7200	4350
24	165000	146280	150060	147720	145530	18720	14940	17280	19470	-3780	-1440	750	2340	4530	2190
25	147300	147900	156780	145050	155370	-600	-9480	2250	-8070	-8880	2850	-7470	11730	1410	-10320
26	150630	143970	146220	146550	150270	6660	4410	4080	360	-2250	-2580	-6300	-330	-4050	-3720
27	154530	143700	145560	151680	152610	10830	8970	2850	1920	-1860	-7980	-8910	-6120	-7050	-930
28	150450	158970	150690	143970	155310	-8520	-240	6480	-4860	8280	15000	3660	6720	-4620	-11340
29	155520	146190	145560	154320	146370	9330	9960	1200	9150	630	-8130	-180	-8760	-810	7950
30	154350	152730	149610	156210	155280	1620	4740	-1860	-930	3120	-3480	-2550	-6600	-5670	930
31	144150	145890	148470	146940	153090	-1740	-4320	-2790	-8940	-2580	-1050	-7200	1530	-4620	-6150
32	144150	144600	158100	159690	149250	-450	-13950	-15540	-5100	-13500	-15090	-4650	-1590	8850	10440
33	150120	144030	152100	147660	147870	6090	-1980	2460	2250	-8070	-3630	-3840	4440	4230	-210
34	147300	146880	145830	149160	152370	420	1470	-1860	-5070	1050	-2280	-5490	-3330	-6540	-3210
35	155520	150450	147000	150840	146880	5070	8520	4680	8640	3450	-390	3570	-3840	120	3960
36	155700	156900	150630	163200	151560	-1200	5070	-7500	4140	6270	-6300	5340	-12570	-930	11640
37	148710	144720	145410	143970	146130	3990	3300	4740	2580	-690	750	-1410	1440	-720	-2160
38	150600	150570	151410	145170	157740	30	-810	5430	-7140	-840	5400	-7170	6240	-6330	-12570
39	155040	148980	143310	155490	146610	6060	11730	-450	8430	5670	-6510	2370	-12180	-3300	8880
X bar (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						1083,077	1136,923	-821,538	683,0769	53,84615	-1904,62	-400	-1958,46	-453,846	1504,615
s (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						6381,205	7219,69	8097,127	6864,549	6070,341	7104,098	6419,245	7234,984	6545,814	8048,713

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	2632,184124	2978,050622	3339,984931	2831,558652	2503,955721	2930,370152	2647,875132	2984,359415	2700,08367	3320,014823
kurang hw	-1549,107201	-1841,127545	-4161,523392	-2148,481729	-2450,109567	-4834,985537	-3047,875132	-4942,820954	-3153,929824	-1815,399438
tambah hw	3715,261047	4114,973699	2518,446469	3514,635575	2557,801875	1025,754767	2247,875132	1025,897877	2246,237516	4824,630207
kesimpulan	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda

## Lampiran C.3 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Maret

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	145170	149280	157110	154590	146550	-4110	-11940	-9420	-1380	-7830	-5310	2730	2520	10560	8040
2	152400	152550	151650	162210	166020	-150	750	-9810	-13620	900	-9660	-13470	-10560	-14370	-3810
3	147510	144990	145260	144270	152850	2520	2250	3240	-5340	-270	720	-7860	990	-7590	-8580
4	150510	146010	146580	147450	154020	4500	3930	3060	-3510	-570	-1440	-8010	-870	-7440	-6570
5	148770	154890	152970	149640	148650	-6120	-4200	-870	120	1920	5250	6240	3330	4320	990
6	149970	147960	150690	144180	145590	2010	-720	5790	4380	-2730	3780	2370	6510	5100	-1410
7	159270	147450	154140	146880	148320	11820	5130	12390	10950	-6690	570	-870	7260	5820	-1440
8	146220	148350	148050	156270	143790	-2130	-1830	-10050	2430	300	-7920	4560	-8220	4260	12480
9	155040	157200	149130	163320	146400	-2160	5910	-8280	8640	8070	-6120	10800	-14190	2730	16920
10	143670	150660	148140	155040	144870	-6990	-4470	-11370	-1200	2520	-4380	5790	-6900	3270	10170
11	146670	156870	146820	151500	143820	-10200	-150	-4830	2850	10050	5370	13050	-4680	3000	7680
12	150690	148920	150420	170550	147330	1770	270	-19860	3360	-1500	-21630	1590	-20130	3090	23220
13	152010	157050	149160	149460	148590	-5040	2850	2550	3420	7890	7590	8460	-300	570	870
14	153180	143640	154560	147570	144570	9540	-1380	5610	8610	-10920	-3930	-930	6990	9990	3000
15	168600	161040	146190	149790	158190	7560	22410	18810	10410	14850	11250	2850	-3600	-12000	-8400
16	148320	145950	146010	146790	146760	2370	2310	1530	1560	-60	-840	-810	-780	-750	30
17	146100	144210	145050	144240	153900	1890	1050	1860	-7800	-840	-30	-9690	810	-8850	-9660
18	145680	146490	155730	147720	143730	-810	-10050	-2040	1950	-9240	-1230	2760	8010	12000	3990
19	146070	154560	146760	148170	143610	-8490	-690	-2100	2460	7800	6390	10950	-1410	3150	4560
20	146130	147240	145080	155460	156810	-1110	1050	-9330	-10680	2160	-8220	-9570	-10380	-11730	-1350
21	144060	156270	154140	148140	150030	-12210	-10080	-4080	-5970	2130	8130	6240	6000	4110	-1890
22	145650	145710	150330	154680	144370	-60	-4680	-9030	1080	-4620	-8970	1140	-4350	5760	10110
23	150420	148890	146130	157680	153330	1530	4290	-7260	-2910	2760	-8790	-4440	-11550	-7200	4350
24	165000	146280	150060	147720	145530	18720	14940	17280	19470	-3780	-1440	750	2340	4530	2190
25	147300	147900	156780	145050	155370	-600	-9480	2250	-8070	-8880	2850	-7470	11730	1410	-10320
26	150630	143970	146220	146550	150270	6660	4410	4080	360	-2250	-2580	-6300	-330	-4050	-3720
27	154530	143700	145560	151680	152610	10830	8970	2850	1920	-1860	-7980	-8910	-6120	-7050	-930
28	150450	158970	150690	143970	155310	-8520	-240	6480	-4860	8280	15000	3660	6720	-4620	-11340
29	155520	146190	145560	154320	146370	9330	9960	1200	9150	630	-8130	-180	-8760	-810	7950
30	154350	152730	149610	156210	155280	1620	4740	-1860	-930	3120	-3480	-2550	-6600	-5670	930
31	144150	145890	148470	146940	153090	-1740	-4320	-2790	-8940	-2580	-1050	-7200	1530	-4620	-6150
32	144150	144600	158100	159690	149250	-450	-13950	-15540	-5100	-13500	-15090	-4650	-1590	8850	10440
33	150120	144030	152100	147660	147870	6090	-1980	2460	2250	-8070	-3630	-3840	4440	4230	-210
34	147300	146880	145830	149160	152370	420	1470	-1860	-5070	1050	-2280	-5490	-3330	-6540	-3210
35	155520	150450	147000	150840	146880	5070	8520	4680	8640	3450	-390	3570	-3840	120	3960
36	155700	156900	150630	163200	151560	-1200	5070	-7500	4140	6270	-6300	5340	-12570	-930	11640
37	148710	144720	145410	143970	146130	3990	3300	4740	2580	-690	750	-1410	1440	-720	-2160
38	150600	150570	151410	145170	157740	30	-810	5430	-7140	-840	5400	-7170	6240	-6330	-12570
39	155040	148980	143310	155490	146610	6060	11730	-450	8430	5670	-6510	2370	-12180	-3300	8880
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						1083,077	1136,923	-821,538	683,0769	53,84615	-1904,62	-400	-1958,46	-453,846	1504,615
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						6381,205	7219,69	8097,127	6864,549	6070,341	7104,098	6419,245	7234,984	6545,814	8048,713

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	3883,497761	3568,50642	4212,082706	3981,155476	3943,227814	4665,703353	3367,90082	3651,814785	3227,42332	3732,398737
kurang hw	18118,0407	7592,262811	-14347,46732	-19622,69394	-14783,99704	-36802,62643	-41010,97774	-24947,96863	-30029,73101	-9238,552583
tambah hw	25885,03622	14729,27565	-5923,301909	-11660,38299	-6897,541417	-27471,21972	-34275,1761	-17644,33906	-23574,88437	-1773,755109
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda

## Lampiran C.4 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan April

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	191850	160680	172530	188160	191790	31170	19320	3690	60	-11850	-27480	-31110	-15630	-19260	-3630
2	180060	154290	171330	193320	197850	25770	8730	-13260	-17790	-17040	-39030	-43560	-21990	-26520	-4530
3	195180	149940	172500	194430	186480	45240	22680	750	8700	-22560	-44490	-36540	-21930	-13980	7950
4	176250	167910	153870	187080	201900	8340	22380	-10830	-25650	14040	-19170	-33990	-33210	-48030	-14820
5	187560	174030	175620	190740	202590	13530	11940	-3180	-15030	-1590	-16710	-28560	-15120	-26970	-11850
6	184440	175290	172050	184800	207360	9150	12390	-360	-22920	3240	-9510	-32070	-12750	-35310	-22560
7	185490	161970	169380	193590	195270	23520	16110	-8100	-9780	-7410	-31620	-33300	-24210	-25890	-1680
8	182880	163380	176760	192450	198270	19500	6120	-9570	-15390	-13380	-29070	-34890	-15690	-21510	-5820
9	189450	169200	168930	192810	196830	20250	20520	-3360	-7380	270	-23610	-27630	-23880	-27900	-4020
10	170970	161220	172500	173460	208050	9750	-1530	-2490	-37080	-11280	-12240	-46830	-960	-35550	-34590
11	183840	169230	175530	195900	197100	14610	8310	-12060	-13260	-6300	-26670	-27870	-20370	-21570	-1200
12	188760	160290	172290	193200	197730	28470	16470	-4440	-8970	-12000	-32910	-37440	-20910	-25440	-4530
13	190080	158790	165990	189270	201540	31290	24090	810	-11460	-7200	-30480	-42750	-23280	-35550	-12270
14	188250	158640	174030	184830	196740	29610	14220	3420	-8490	-15390	-26190	-38100	-10800	-22710	-11910
15	176970	171870	165840	203340	199650	5100	11130	-26370	-22680	6030	-31470	-27780	-37500	-33810	3690
16	172170	154950	171540	191640	196920	17220	630	-19470	-24750	-16590	-36690	-41970	-20100	-25380	-5280
17	183210	163080	179700	198480	202320	20130	3510	-15270	-19110	-16620	-35400	-39240	-18780	-22620	-3840
18	181620	152910	177660	196530	195210	28710	3960	-14910	-13590	-24750	-43620	-42300	-18870	-17550	1320
19	179580	155970	158940	196440	196920	23610	20640	-16860	-17340	-2970	-40470	-40950	-37500	-37980	-480
20	192420	155880	176850	191730	201000	36540	15570	690	-8580	-20970	-35850	-45120	-14880	-24150	-9270
21	188970	167190	171690	194100	194910	21780	17280	-5130	-5940	-4500	-26910	-27720	-22410	-23220	-810
22	178520	164190	166380	193050	192450	14130	11940	-14730	-14130	-2190	-28860	-28260	-26670	-26070	600
23	169410	155190	176400	194760	195480	14220	-6990	-25350	-26070	-21210	-39570	-40290	-18360	-19080	-720
24	161940	145740	162870	194820	198420	16200	-930	-32880	-36480	-17130	-49080	-52680	-31950	-35550	-3600
25	197370	170040	175290	201510	211620	27330	22080	-4140	-14250	-5250	-31470	-41580	-26220	-36330	-10110
26	190500	160560	178710	192540	196110	29940	11790	-2040	-5610	-18150	-31980	-35550	-13830	-17400	-3570
27	172800	145890	164880	197850	197820	26910	7920	-25050	-25020	-18990	-51960	-51930	-32970	-32940	30
28	185370	168360	171990	201660	195120	17010	13380	-16290	-9750	-3630	-33300	-26760	-29670	-23130	6540
29	177330	152430	170940	199350	199470	24900	6390	-22020	-22140	-18510	-46920	-47040	-28410	-28530	-120
30	191610	166950	176070	192240	193200	24660	15540	-630	-1590	-9120	-25290	-26250	-16170	-17130	-960
31	183180	162450	174690	192840	199680	20730	8490	-9660	-16500	-12240	-30390	-37230	-18150	-24990	-6840
32	166980	151410	162090	159030	193530	15570	4890	7950	-26550	-10680	-7620	-42120	3060	-31440	-34500
33	174240	165630	165420	188340	194430	8610	8820	-14100	-20190	210	-22710	-28800	-22920	-29010	-6090
34	177390	148680	165180	190890	198990	28710	12210	-13500	-21600	-16500	-42210	-50310	-25710	-33810	-8100
35	177300	150300	172680	205890	203940	27000	4620	-28590	-26640	-22380	-55590	-53640	-33210	-31260	1950
36	184680	167640	188760	195510	197700	17040	-4080	-10830	-13020	-21120	-27870	-30060	-6750	-8940	-2190
37	176970	166620	180570	201060	199770	10350	-3600	-24090	-22800	-13950	-34440	-33150	-20490	-19200	1290
38	191460	165510	160440	187470	197190	25950	31020	3990	-5730	5070	-21960	-31680	-27030	-36750	-9720
39	188040	142530	170730	195060	193560	45510	17310	-7020	-5520	-28200	-52530	-51030	-24330	-22830	1500
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						22001,54	11160,77	-10135,4	-15641,5	-10840,8	-32136,9	-37643,1	-21296,2	-26802,3	-5506,15
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						9414,765	8651,132	10211,35	9651,517	9559,569	11311,07	8164,804	8853,096	7824,244	9048,456

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	3854,04606	3766,128329	3863,202997	3745,203402	4210,533427	4307,682893	3295,353648	3628,76248	3272,213898	3339,593989
kurang hw	18757,4924	7924,640902	-12488,58761	-15022,12648	-15131,30266	-35544,60597	-37183,81519	-23944,91633	-26239,90621	-5991,13245
tambah hw	26465,58452	15456,89756	-4762,181618	-7531,719675	-6710,235804	-26929,24018	-30593,10789	-16687,39137	-19695,47841	688,0555273
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.5 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Mei

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	196380	165420	177000	201300	206550	30960	19380	-4920	-10170	-11580	-35880	-41130	-24300	-29550	-5250
2	187500	160680	175110	207030	197850	26820	12390	-19530	-10350	-14430	-46350	-37170	-31920	-22740	9180
3	196020	156390	179430	195570	192960	39630	16590	450	3060	-23040	-39180	-36570	-16140	-13530	2610
4	183690	174300	153870	191610	201900	9390	29820	-7920	-18210	20430	-17310	-27600	-37740	-48030	-10290
5	193620	180360	181920	194970	202590	13260	11700	-1350	-8970	-1560	-14610	-22230	-13050	-20670	-7620
6	188160	181020	178860	193260	207360	7140	9300	-5100	-19200	2160	-12240	-26340	-14400	-28500	-14100
7	192960	166740	171570	193590	195270	26220	21390	-630	-2310	-4830	-26850	-28530	-22020	-23700	-1680
8	190380	169530	180120	198540	198270	20850	10260	-8160	-7890	-10590	-29010	-28740	-18420	-18150	270
9	196950	173460	175170	200550	196830	23490	21780	-3600	120	-1710	-27090	-23370	-25380	-21660	3720
10	174720	164430	179460	181200	210180	10290	-4740	-6480	-35460	-15030	-16770	-45750	-1740	-30720	-28980
11	191340	172650	175890	195900	197100	18690	15450	-4560	-5760	-3240	-23250	-24450	-20010	-21210	-1200
12	192510	165390	179250	201960	197730	27120	13260	-9450	-5220	-13860	-36570	-32340	-22710	-18480	4230
13	198060	164940	172140	197760	201540	33120	25920	300	-3480	-7200	-32820	-36600	-25620	-29400	-3780
14	192000	160770	179910	191250	196740	31230	12090	750	-4740	-19140	-30480	-35970	-11340	-16830	-5490
15	184320	176820	171240	203340	196650	7500	13080	-19020	-15330	5580	-26520	-22830	-32100	-28410	3690
16	179670	161430	177300	197580	196920	18240	2370	-17910	-17250	-15870	-36150	-35490	-20280	-19620	660
17	187200	169530	185160	198630	202320	17670	2040	-11430	-15120	-15630	-29100	-32790	-13470	-17160	-3690
18	192570	159150	183180	196530	195210	33420	9390	-3960	-2640	-24030	-37380	-36060	-13350	-12030	1320
19	186960	162300	165900	196440	196920	24660	21060	-9480	-9960	-3600	-34140	-34620	-30540	-31020	-480
20	196170	162270	183840	199380	205740	33900	12330	-3210	-9570	-21570	-37110	-43470	-15540	-21900	-6360
21	192750	173610	176640	194640	199950	19140	16110	-1890	-7200	-3030	-21030	-26340	-18000	-23310	-5310
22	185730	168300	173310	197310	208800	17430	12420	-11580	-23070	-5010	-29010	-40500	-24000	-35490	-11490
23	173550	161640	176700	194760	195480	11910	-3150	-21210	-21930	-15060	-33120	-33840	-18060	-18780	-720
24	168600	147360	169860	194820	198420	21240	-1260	-26220	-29820	-22500	-47460	-51060	-24960	-28560	-3600
25	198600	176490	182220	201510	211620	22110	16380	-2910	-13020	-5730	-25020	-35130	-19290	-29400	-10110
26	204510	165420	183450	194190	196110	39090	21060	10320	8400	-18030	-28770	-30690	-10740	-12660	-1920
27	178860	149610	171900	197850	197820	29250	6960	-18990	-18960	-22290	-48240	-48210	-25950	-25920	30
28	192720	171510	175170	201780	195120	21210	17550	-9060	-2400	-3660	-30270	-23610	-26610	-19950	6660
29	184740	158790	174120	199350	199470	25950	10620	-14610	-14730	-15330	-40560	-40680	-25230	-25350	-120
30	194610	170040	182940	194820	203250	24570	11670	-210	-8640	-12900	-24780	-33210	-11880	-20310	-8430
31	188100	167370	180480	204960	199680	20730	7620	-16860	-11580	-13110	-37590	-32310	-24480	-19200	5280
32	174480	155730	168540	166650	193530	18750	5940	7830	-19050	-12810	-10920	-37800	1890	-24990	-26880
33	179400	171990	172350	196920	194430	7410	7050	-17520	-15030	-360	-24930	-22440	-24570	-22080	2490
34	181140	155130	169950	199470	198990	26010	11190	-18330	-17850	-14820	-44340	-43860	-29520	-29040	480
35	183750	156720	179610	214410	203940	27030	4140	-30660	-20190	-22890	-57690	-47220	-34800	-24330	10470
36	190110	172320	195690	198930	197700	17790	-5580	-8820	-7590	-23370	-26610	-25380	-3240	-2010	1230
37	180960	173040	187530	203640	199770	7920	-6570	-22680	-18810	-14490	-30600	-26730	-16110	-12240	3870
38	196590	171150	164220	193590	197190	25440	32370	3000	-600	6930	-22440	-26040	-29370	-32970	-3600
39	194280	149010	177720	195060	193560	45270	16560	-780	720	-28710	-46050	-44550	-17340	-15840	1500
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						22611,54	11690,77	-8625,38	-11276,9	-10920,8	-31236,9	-33888,5	-20316,2	-22967,7	-2651,54
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						9343,366	9130,227	9365,565	9079,498	10207,6	10443,12	7988,927	8797,211	7932,83	8096,179

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	4342,650046	3816,359524	5421,140114	5495,621432	3943,227814	5866,203496	4158,180416	4467,340095	4243,0666	5781,231818
kurang hw	18617,34995	8302,871246	-20886,52473	-33721,00605	-14783,99704	-44291,58811	-55343,56503	-32051,95548	-44587,68198	-18541,23182
tambah hw	27302,65005	15935,59029	-10044,2445	-22729,76318	-6897,541417	-32559,18112	-47027,2042	-23117,27529	-36101,54878	-6978,768182
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda

## Lampiran C.6 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Juni



REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	191850	160680	172530	192810	223680	31170	19320	-960	-31830	-11850	-32130	-63000	-20280	-51150	-30870
2	180090	154290	171330	211110	220500	25800	8760	-31020	-40410	-17040	-56820	-66210	-39780	-49170	-9390
3	199410	149940	172500	201570	186480	49470	26910	-2160	12930	-22560	-51630	-36540	-29070	-13980	15090
4	176250	167910	153870	187050	217560	8340	22380	-10800	-41310	14040	-19140	-49650	-33180	-63690	-30510
5	187560	174030	175620	193380	216930	13530	11940	-5820	-29370	-1590	-19350	-42900	-17760	-41310	-23550
6	184710	175290	172050	184800	214410	9420	12660	-90	-29700	3240	-9510	-39120	-12750	-42360	-29610
7	185490	161970	169380	205170	216540	23520	16110	-19680	-31050	-7410	-43200	-54570	-35790	-47160	-11370
8	182880	163380	176760	209490	211350	19500	6120	-26610	-28470	-13380	-46110	-47970	-32730	-34590	-1860
9	189510	169200	168930	205440	213780	20310	20580	-15930	-24270	270	-36240	-44580	-36510	-44850	-8340
10	170970	161220	172500	173460	208050	9750	-1530	-2490	-37080	-11280	-12240	-46830	-960	-35550	-34590
11	183840	169230	175530	214470	226080	14610	8310	-30630	-42240	-6300	-45240	-56850	-38940	-50550	-11610
12	188760	160290	172290	197730	212940	28470	16470	-8970	-24180	-12000	-37440	-52650	-25440	-40650	-15210
13	192120	158790	165990	189270	216780	33330	26130	2850	-24660	-7200	-30480	-57990	-23280	-50790	-27510
14	188220	158640	174030	184920	211800	29580	14190	3300	-23580	-15390	-26280	-53160	-10890	-37770	-26880
15	176970	171870	165840	210750	215430	5100	11130	-33780	-38460	6030	-38880	-43560	-44910	-49590	-4680
16	172170	154950	171540	202020	206730	17220	630	-29850	-34560	-16590	-47070	-51780	-30480	-35190	-4710
17	183210	163080	179700	206430	205530	20130	3510	-23220	-22320	-16620	-43350	-42450	-26730	-25830	900
18	189600	152910	177660	211680	209070	36690	11940	-22080	-19470	-24750	-58770	-56160	-34020	-31410	2610
19	179550	155970	158940	198690	199170	23580	20610	-19140	-19620	-2970	-42720	-43200	-39750	-40230	-480
20	195900	155880	176850	203880	201000	40020	19050	-7980	-5100	-20970	-48000	-45120	-27030	-24150	2880
21	189750	167190	171690	199380	194910	22560	18060	-9630	-5160	-4500	-32190	-27720	-27690	-23220	4470
22	178520	164190	166380	198690	204720	14130	11940	-20370	-26400	-2190	-34500	-40530	-32310	-38340	-6030
23	169410	155190	176400	208710	209580	14220	-6990	-39300	-40170	-21210	-53520	-54390	-32310	-33180	-870
24	161940	145740	162870	203190	221610	16200	-930	-41250	-59670	-17130	-57450	-75870	-40320	-58740	-18420
25	198570	170040	175290	209070	216930	28530	23280	-10500	-18360	-5250	-39030	-46890	-33780	-41640	-7860
26	198900	160560	178710	209220	211470	38340	20190	-10320	-12570	-18150	-48660	-50910	-30510	-32760	-2250
27	172800	145890	164880	200460	212340	26910	7920	-27660	-39540	-18990	-54570	-66450	-35580	-47460	-11880
28	185370	168360	171990	209400	205620	17010	13380	-24030	-20250	-3630	-41040	-37260	-37410	-33630	3780
29	177300	152430	170940	208020	208020	24870	6360	-30720	-30720	-18510	-55590	-55590	-37080	-37080	0
30	200550	166950	176070	192270	210030	33600	24480	8280	-9480	-9120	-25320	-43080	-16200	-33960	-17760
31	183180	162450	174690	196470	216570	20730	8490	-13290	-33390	-12240	-34020	-54120	-21780	-41880	-20100
32	166980	151410	162090	159030	216000	15570	4890	7950	-49020	-10680	-7620	-64590	3060	-53910	-56970
33	174240	165630	165420	188400	215220	8610	8820	-14160	-40980	210	-22770	-49590	-22980	-49800	-26820
34	177390	148680	165180	190950	213570	28710	12210	-13560	-36180	-16500	-42270	-64890	-25770	-48390	-22620
35	177300	150300	172680	205890	212250	27000	4620	-28590	-34950	-22380	-55590	-61950	-33210	-39570	-6360
36	184680	167640	188760	197160	215010	17040	-4080	-12480	-30330	-21120	-29520	-47370	-8400	-26250	-17850
37	176970	166620	180570	203160	214590	10350	-3600	-26190	-37620	-13950	-36540	-47970	-22590	-34020	-11430
38	191520	165510	160440	187470	210750	26010	31080	4050	-19230	5070	-21960	-45240	-27030	-50310	-23280
39	188040	142530	170730	204360	210060	45510	17310	-16320	-22020	-28200	-61830	-67530	-33630	-39330	-5700
X bar (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						22960	12119,23	-15465,4	-28225,4	-10840,8	-38425,4	-51185,4	-27584,6	-40344,6	-12760
s (i- i'), untuk semua I dan I', dengan I < I'						10527,89	9252,002	13142,47	13323,04	9559,569	14221,44	10080,68	10830,17	10286,47	14015,44

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	3326,226297	2552,258907	2940,697633	3955,391218	3947,032075	3561,229861	4703,338099	3350,030074	3371,783406	4592,61951
kurang hw	8321,46601	1098,510324	-6472,236095	-8770,775833	-11943,95515	-18740,46063	-21166,41502	-10532,33777	-11837,93725	-5876,465664
tambah hw	14973,9186	6203,028137	-590,840828	-859,9933978	-4049,891002	-11618,00091	-11759,73882	-3832,277618	-5094,370441	3308,773357
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.7 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Juli

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	176310	165420	174600	186210	176610	10890	1710	-9900	-300	-9180	-20790	-11190	-11610	-2010	9600
2	174420	160680	173610	172500	181320	13740	810	1920	-6900	-12930	-11820	-20640	1110	-7710	-8820
3	172950	156390	173910	172110	185010	16560	-960	840	-12060	-17520	-15720	-28620	1800	-11100	-12900
4	172680	174330	153870	184740	174720	-1650	18810	-12060	-2040	20460	-10410	-390	-30870	-20850	10020
5	186300	174090	175410	180420	172410	12210	10890	5880	13890	-1320	-6330	1680	-5010	3000	8010
6	172500	181020	165960	179700	177120	-8520	6540	-7200	-4620	15060	1320	3900	-13740	-11160	2580
7	173070	166770	171570	193590	187020	6300	1500	-20520	-13950	-4800	-26820	-20250	-22020	-15450	6570
8	175950	169530	179250	192450	179820	6420	-3300	-16500	-3870	-9720	-22920	-10290	-13200	-570	12630
9	179370	172440	168270	178470	180030	6930	11100	900	-660	4170	-6030	-7590	-10200	-11760	-1560
10	172860	164430	172530	176460	178200	8430	330	-3600	-5340	-8100	-12030	-13770	-3930	-5670	-1740
11	186900	172560	175890	187320	180930	14340	11010	-420	5970	-3330	-14760	-8370	-11430	-5040	6390
12	174270	165450	179280	186510	176700	8820	-5010	-12240	-2430	-13830	-21060	-11250	-7230	2580	9810
13	176070	164940	172140	172980	193830	11130	3930	3090	-17760	-7200	-8040	-28890	-840	-21690	-20850
14	177090	160770	176460	183600	181110	16320	630	-6510	-4020	-15690	-22830	-20340	-7140	-4650	2490
15	181950	175110	171240	182430	174660	6840	10710	-480	7290	3870	-7320	450	-11190	-3420	7770
16	172710	161400	175260	191640	182370	11310	-2550	-18930	-9660	-13860	-30240	-20970	-16380	-7110	9270
17	174210	169500	176850	175470	199860	4710	-2640	-1260	-25650	-7350	-5970	-30360	1380	-23010	-24390
18	176100	159150	178620	172050	194910	16950	-2520	4050	-18810	-19470	-12900	-35760	6570	-16290	-22860
19	175500	162360	165930	176850	173550	13140	9570	-1350	1950	-3570	-14490	-11190	-10920	-7620	3300
20	176610	162270	173280	175950	174630	14340	3330	660	1980	-11010	-13680	-12360	-2670	-1350	1320
21	175110	173640	176640	187080	187260	1470	-1530	-11970	-12150	-3000	-13440	-13620	-10440	-10620	-180
22	181770	167430	169950	187110	177300	14340	11820	-5340	4470	-2520	-19680	-9870	-17160	-7350	9810
23	173550	161640	176700	180960	175380	11910	-3150	-7410	-1830	-15060	-19320	-13740	-4260	1320	5580
24	166290	147360	169830	179850	177060	18930	-3540	-13560	-10770	-22470	-32490	-29700	-10020	-7230	2790
25	185580	176490	177570	192840	172290	9090	8010	-7260	13290	-1080	-16350	4200	-15270	5280	20550
26	184140	165030	183450	178920	174720	19110	690	5220	9420	-18420	-13890	-9690	4530	8730	4200
27	178170	149580	171900	182760	174270	28590	6270	-4590	3900	-22320	-33180	-24690	-10860	-2370	8490
28	173520	171540	173850	173070	179640	1980	-330	450	-6120	-2310	-1530	-8100	780	-5790	-6570
29	179580	158790	174120	184230	199470	20790	5460	-4650	-19890	-15330	-25440	-40680	-10110	-25350	-15240
30	178410	170070	173280	171960	183390	8340	5130	6450	-4980	-3210	-1890	-13320	1320	-10110	-11430
31	175620	167370	178980	177420	184170	8250	-3360	-1800	-8550	-11610	-10050	-16800	1560	-5190	-6750
32	173610	155730	168510	166650	186450	17880	5100	6960	-12840	-12780	-10920	-30720	1860	-17940	-19800
33	173730	166770	172290	177840	178050	6960	1440	-4110	-4320	-5520	-11070	-11280	-5550	-5760	-210
34	181110	155130	168990	172830	174450	25980	12120	8280	6660	-13860	-17700	-19320	-3840	-5460	-1620
35	177420	156720	173190	175020	194790	20700	4230	2400	-17370	-16470	-18300	-38070	-1830	-21600	-19770
36	176670	172320	179070	183390	197700	4350	-2400	-6720	-21030	-6750	-11070	-25380	-4320	-18630	-14310
37	171930	170130	175050	174390	183480	1800	-3120	-2460	-11550	-4920	-4260	-13350	660	-8430	-9090
38	181830	169170	164220	186870	181260	12660	17610	-5040	570	4950	-17700	-12090	-22650	-17040	5610
39	180930	149010	172890	179880	178650	31920	8040	1050	2280	-23880	-30870	-29640	-6990	-5760	1230
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						11647,69	3650,769	-3531,54	-4815,38	-7996,92	-15179,2	-16463,1	-7182,31	-8466,15	-1283,85
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						8063,772	6187,442	7129,135	9589,057	9568,792	8633,491	11402,3	8121,479	8174,216	11133,89

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	4104,561834	3953,548217	4466,437038	4972,915507	4210,927726	4989,22743	4072,962025	3787,455863	3452,860343	4794,740194
kurang hw	19526,2074	8786,451783	-16921,82165	-24205,99243	-15101,69696	-41075,38128	-46936,80818	-28982,84048	-35425,93727	-11572,4325
tambah hw	27735,33107	16693,54822	-7988,947577	-14260,16142	-6679,841504	-31096,92642	-38790,88413	-21407,92875	-28520,21658	-1982,952113
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.8 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Agustus

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	198090	165420	175830	201300	206550	32670	22260	-3210	-8460	-10410	-35880	-41130	-25470	-30720	-5250
2	187500	160680	175110	207030	223390	26820	12390	-19530	-34890	-14430	-46350	-61710	-31920	-47280	-15360
3	202500	156390	179430	203970	192960	46110	23070	-1470	9540	-23040	-47580	-36570	-24540	-13530	11010
4	183690	174300	153870	191610	201900	9390	29820	-7920	-18210	20430	-17310	-27600	-37740	-48030	-10290
5	195090	180360	181920	201930	202590	14730	13170	-6840	-7500	-1560	-21570	-22230	-20010	-20670	-660
6	192150	181020	178860	193260	214410	11130	13290	-1110	-22260	2160	-12240	-33390	-14400	-35550	-21150
7	192960	166740	171570	208530	203490	26220	21390	-15570	-10530	-4830	-41790	-36750	-36960	-31920	5040
8	190410	169530	180120	207000	203490	20880	10290	-16590	-13080	-10590	-37470	-33960	-26880	-23370	3510
9	196950	173460	175170	208350	204840	23490	21780	-11400	-7890	-1710	-34890	-31380	-33180	-29670	3510
10	174720	164430	179460	181200	213780	10290	-4740	-6480	-39060	-15030	-16770	-49350	-1740	-34320	-32580
11	191340	172650	175890	202110	210180	18690	15450	-10770	-18840	-3240	-29460	-37530	-26220	-34290	-8070
12	194250	165390	179250	201960	204450	28860	15000	-7710	-10200	-13860	-36570	-39060	-22710	-25200	-2490
13	198060	164940	172140	197760	205350	33120	25920	300	-7290	-7200	-32820	-40410	-25620	-33210	-7590
14	192000	160770	179910	191280	201540	31230	12090	720	-9540	-19140	-30510	-40770	-11370	-21630	-10260
15	184350	176820	171240	203340	204900	7530	13110	-18990	-20550	5580	-26520	-28080	-32100	-33660	-1560
16	179670	161430	177300	206310	215430	18240	2370	-26640	-35760	-15870	-44880	-54000	-29010	-38130	-9120
17	187200	169530	185160	210690	214620	17670	2040	-23490	-27420	-15630	-41160	-45090	-25530	-29460	-3930
18	197100	159150	183180	211680	202320	37950	13920	-14580	-5220	-24030	-52530	-43170	-28500	-19140	9360
19	186900	162300	165900	202710	210300	24600	21000	-15810	-23400	-3600	-40410	-48000	-36810	-44400	-7590
20	203160	162270	183840	205680	202650	40890	19320	-2520	510	-21570	-43410	-40380	-21840	-18810	3030
21	197250	173610	176640	202800	205740	23640	20610	-5550	-8490	-3030	-29190	-32130	-26160	-29100	-2940
22	183730	168300	173310	207150	199950	17430	12420	-21420	-14220	-5010	-38850	-31650	-33840	-26640	7200
23	173550	161640	176700	208710	208800	11910	-3150	-35160	-35250	-15060	-47070	-47160	-32010	-32100	-90
24	168600	147360	169860	201090	201600	21240	-1260	-32490	-33000	-22500	-53730	-54240	-31230	-31740	-510
25	201150	176490	182220	209070	221610	24660	18930	-7920	-20460	-5730	-32580	-45120	-26850	-39390	-12540
26	204510	165420	183450	201180	216930	39090	21060	3330	-12420	-18030	-35760	-51510	-17730	-33480	-15750
27	178860	149610	171900	202590	211470	29250	6960	-23730	-32610	-22290	-52980	-61860	-30690	-39570	-8880
28	192750	171510	175170	201780	212340	21240	17580	-9030	-19590	-3660	-30270	-40830	-26610	-37170	-10560
29	184740	158790	174120	208020	210420	25950	10620	-23280	-25680	-15330	-49230	-51630	-33900	-36300	-2400
30	203040	170040	182910	196860	212850	33000	20130	6180	-9810	-12870	-26820	-42810	-13950	-29940	-15990
31	188100	167370	180480	204960	203250	20730	7620	-16860	-15150	-13110	-37590	-35880	-24480	-22770	1710
32	174480	155730	168540	166650	216570	18750	5940	7830	-42090	-12810	-10920	-60840	1890	-48030	-49920
33	179400	171990	172350	196920	216000	7410	7050	-17520	-36600	-360	-24930	-44010	-24570	-43650	-19080
34	181140	155130	169950	199470	206580	26010	11190	-18330	-25440	-14820	-44340	-51450	-29520	-36630	-7110
35	183750	156720	179610	214410	203940	27030	4140	-30660	-20190	-22890	-57690	-47220	-34800	-24330	10470
36	190110	172320	195690	204930	219840	17790	-5580	-14820	-29730	-23370	-32610	-47520	-9240	-24150	-14910
37	180960	173040	187530	203640	214590	7920	-6570	-22680	-33630	-14490	-30600	-41550	-16110	-27060	-10950
38	196620	171150	164220	193560	203820	25470	32400	3060	-7200	6930	-22410	-32670	-29340	-39600	-10260
39	191580	149010	177750	208680	210060	42570	13830	-17100	-18480	-28740	-59670	-61050	-30930	-32310	-1380
X bar (i- i'), untuk semua l dan i', dengan l < i'						23630,77	12740	-12455,4	-19233,1	-10890,8	-36086,2	-42863,8	-25195,4	-31973,1	-6777,69
s (i- i'), untuk semua l dan i', dengan l < i'						9950,691	9584,589	10827,99	12055,84	10208,55	12095,39	9874,084	9181,931	8370,771	11623,89

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	4342,650046	4040,153833	6166,152666	5349,873082	4630,248473	6165,531118	4408,303729	6051,813945	4617,501008	6023,775187
kurang hw	18617,34995	7309,846167	-23063,84497	-35672,18077	-16240,24847	-46023,22343	-57690,61142	-34299,50625	-46289,8087	-19448,39057
tambah hw	27302,65005	15390,15383	-10731,53964	-24972,43461	-6979,751527	-33692,16119	-48874,00396	-22195,87836	-37054,80668	-7400,840198
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda

## Lampiran C.9 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan September



REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	191850	160680	172530	192840	223680	31170	19320	-990	-31830	-11850	-32160	-63000	-20310	-51150	-30840
2	180090	154290	171330	211110	220500	25800	8760	-31020	-40410	-17040	-56820	-66210	-39780	-49170	-9390
3	199410	149940	172500	201570	186480	49470	26910	-2160	12930	-22560	-51630	-36540	-29070	-13980	15090
4	176250	167910	153870	187050	217560	8340	22380	-10800	-41310	14040	-19140	-49650	-33180	-63690	-30510
5	187560	174030	175620	193380	216930	13530	11940	-5820	-29370	-1590	-19350	-42900	-17760	-41310	-23550
6	184710	175290	172050	184800	214410	9420	12660	-90	-29700	3240	-9510	-39120	-12750	-42360	-29610
7	185490	161970	169380	205140	219780	23520	16110	-19650	-34290	-7410	-43170	-57810	-35760	-50400	-14640
8	182880	163380	176760	209490	225030	19500	6120	-26610	-42150	-13380	-46110	-61650	-32730	-48270	-15540
9	189510	169200	168930	205830	213780	20310	20580	-16320	-24270	270	-36630	-44580	-36900	-44850	-7950
10	170970	161220	172500	173460	208080	9750	-1530	-2490	-37110	-11280	-12240	-46860	-960	-35580	-34620
11	183840	169230	175530	214470	226080	14610	8310	-30630	-42240	-6300	-45240	-56850	-38940	-50550	-11610
12	188760	160290	172290	200790	212940	28470	16470	-12030	-24180	-12000	-40500	-52650	-28500	-40650	-12150
13	192120	158790	165990	189300	223380	33330	26130	2820	-31260	-7200	-30510	-64590	-23310	-57390	-34080
14	188220	158640	174030	184920	219930	29580	14190	3300	-31710	-15390	-26280	-61290	-10890	-45900	-35010
15	176970	171870	165840	218670	215430	5100	11130	-41700	-38460	6030	-46800	-43560	-52830	-49590	3240
16	172170	154950	171540	202020	206730	17220	630	-29850	-34560	-16590	-47070	-51780	-30480	-35190	-4710
17	183210	163080	179700	206430	214530	20130	3510	-23220	-31320	-16620	-43350	-51450	-26730	-34830	-8100
18	189600	152910	177660	219420	209130	36690	11940	-29820	-19530	-24750	-66510	-56220	-41760	-31470	10290
19	179550	155970	158940	198690	199170	23580	20610	-19140	-19620	-2970	-42720	-43200	-39750	-40230	-480
20	195900	155880	176850	203880	201000	40020	19050	-7980	-5100	-20970	-48000	-45120	-27030	-24150	2880
21	189750	167190	171690	199380	194910	22560	18060	-9630	-5160	-4500	-32190	-27720	-27690	-23220	4470
22	178320	164190	166380	198690	204720	14130	11940	-20370	-26400	-2190	-34500	-40530	-32310	-38340	-6030
23	169410	155190	176400	216270	216390	14220	-6990	-46860	-46980	-21210	-61080	-61200	-39870	-39990	-120
24	161940	145740	162870	203190	221610	16200	-930	-41250	-59670	-17130	-57450	-75870	-40320	-58740	-18420
25	198570	170040	175290	217290	216930	28530	23280	-18720	-18360	-5250	-47250	-46890	-42000	-41640	360
26	198900	160560	208710	209220	223470	38340	-9810	-10320	-24570	-48150	-48660	-62910	-510	-14760	-14250
27	172800	145890	164880	200460	212340	26910	7920	-27660	-39540	-18990	-54570	-66450	-35580	-47460	-11880
28	185370	168360	171990	209880	205620	17010	13380	-24510	-20250	-3630	-41520	-37260	-37890	-33630	4260
29	177300	152430	170940	210660	209640	24870	6360	-33360	-32340	-18510	-58230	-57210	-39720	-38700	1020
30	200550	166950	176070	192270	218190	33600	24480	8280	-17640	-9120	-25320	-51240	-16200	-42120	-25920
31	183180	162450	174690	209880	216570	20730	8490	-26700	-33390	-12240	-47430	-54120	-35190	-41880	-6690
32	166980	151410	162090	210660	216000	15570	4890	-43680	-49020	-10680	-59250	-64590	-48570	-53910	-5340
33	174240	165630	165420	192270	215220	8610	8820	-18030	-40980	210	-26640	-49590	-26850	-49800	-22950
34	177390	148680	165180	196470	213570	28710	12210	-19080	-36180	-16500	-47790	-64890	-31290	-48390	-17100
35	177300	150300	172680	159030	212250	27000	4620	18270	-34950	-22380	-8730	-61950	13650	-39570	-53220
36	184680	167640	188760	188400	215010	17040	-4080	-3720	-30330	-21120	-20760	-47370	360	-26250	-26610
37	176970	166620	180570	190950	214590	10350	-3600	-13980	-37620	-13950	-24330	-47970	-10380	-34020	-23640
38	191520	165510	160440	205890	217500	26010	31080	-14370	-25980	5070	-40380	-51990	-45450	-57060	-11610
39	188040	142530	170730	197160	215760	45510	17310	-9120	-27720	-28200	-54630	-73230	-26430	-45030	-18600
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						22960	11350	-16897,7	-30322,3	-11610	-39857,7	-53282,3	-28247,7	-41672,3	-13424,6
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						10527,89	9794,547	14948,61	12969,7	11225,11	14947,1	10687,05	14671,42	11194,21	14603,44

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	5581,912452	3279,499465	2973,487447	3577,1839	6454,340976	4927,643052	6289,336161	3153,360237	3452,119247	3629,337343
kurang hw	17170,39524	6804,346689	-8319,641293	-13348,72236	-19122,80251	-33026,10459	-38813,18231	-18583,36024	-23307,50386	-8054,721958
tambah hw	28334,22014	13363,34562	-2372,666399	-6194,354562	-6214,120562	-23170,81849	-26234,50999	-12276,63976	-16403,26537	-796,0472723
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.10 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Oktober

REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	189120	165420	175830	192480	191790	23700	13290	-3360	-2670	-10410	-27060	-26370	-16650	-15960	690
2	187500	160680	175080	193320	189420	26820	12420	-5820	-1920	-14400	-32640	-28740	-18240	-14340	3900
3	188550	156390	189480	195570	191280	32160	-930	-7020	-2730	-33090	-39180	-34890	-6090	-1800	4290
4	183690	174300	153870	191610	201900	9390	29820	-7920	-18210	20430	-17310	-27600	-37740	-48030	-10290
5	193620	180390	181950	189300	202590	13230	11670	4320	-8970	-1560	-8910	-22200	-7350	-20640	-13290
6	188160	181020	178920	193260	207360	7140	9240	-5100	-19200	2100	-12240	-26340	-14340	-28440	-14100
7	192960	166740	171570	193590	195270	26220	21390	-630	-2310	-4830	-26850	-28530	-22020	-23700	-1680
8	190380	169530	179940	192450	198270	20850	10440	-2070	-7890	-10410	-22920	-28740	-12510	-18330	-5820
9	193170	173460	175170	192810	188190	19710	18000	360	4980	-1710	-19350	-14730	-17640	-13020	4620
10	174720	164430	179460	181200	210180	10290	-4740	-6480	-35460	-15030	-16770	-45750	-1740	-30720	-28980
11	191340	172650	175890	195900	188610	18690	15450	-4560	2730	-3240	-23250	-15960	-20010	-12720	7290
12	190320	165390	179250	193200	197730	24930	11070	-2880	-7410	-13860	-27810	-32340	-13950	-18480	-4530
13	192240	164940	172140	186450	201540	27300	20100	5790	-9300	-7200	-21510	-36600	-14310	-29400	-15090
14	192030	160770	179910	191250	188550	31260	12120	780	3480	-19140	-30480	-27780	-11340	-8640	2700
15	183690	176850	171240	190650	199650	6840	12450	-6960	-15960	5610	-13800	-22800	-19410	-28410	-9000
16	179640	161430	177300	191640	190140	18210	2340	-12000	-10500	-15870	-30210	-28710	-14340	-12840	1500
17	186990	169530	183420	198630	202320	17460	3570	-11640	-15330	-13890	-29100	-32790	-15210	-18900	-3690
18	185370	159150	183180	188340	195210	26220	2190	-2970	-9840	-24030	-29190	-36060	-5160	-12030	-6870
19	186960	162300	165900	190320	188880	24660	21060	-3360	-1920	-3600	-28020	-26580	-24420	-22980	1440
20	196170	162270	183840	191730	205740	33900	12330	4440	-9570	-21570	-29460	-43470	-7890	-21900	-14010
21	192750	173610	176640	194640	199950	19140	16110	-1890	-7200	-3030	-21030	-26340	-18000	-23310	-5310
22	185730	168330	173310	197310	192450	17400	12420	-11580	-6720	-4980	-28980	-24120	-24000	-19140	4860
23	173550	161640	176700	194760	195480	11910	-3150	-21210	-21930	-15060	-33120	-33840	-18060	-18780	-720
24	168600	147360	169860	188160	198420	21240	-1260	-19560	-29820	-22500	-40800	-51060	-18300	-28560	-10260
25	198600	176490	182220	201510	211620	22110	16380	-2910	-13020	-5730	-25020	-35130	-19290	-29400	-10110
26	192390	165420	183450	194190	196110	26970	8940	-1800	-3720	-18030	-28770	-30690	-10740	-12660	-1920
27	178860	149610	171900	197850	190560	29250	6960	-18990	-11700	-22290	-48240	-40950	-25950	-18660	7290
28	188250	171510	175170	188160	195120	16740	13080	90	-6870	-3660	-16650	-23610	-12990	-19950	-6960
29	184740	158790	174120	191310	199470	25950	10620	-6570	-14730	-15330	-32520	-40680	-17190	-25350	-8160
30	194610	170040	182940	194820	193200	24570	11670	-210	1410	-12900	-24780	-23160	-11880	-10260	1620
31	188100	167370	180480	192840	199680	20730	7620	-4740	-11580	-13110	-25470	-32310	-12360	-19200	-6840
32	174480	84930	168540	166650	193530	89550	5940	7830	-19050	-83610	-81720	-108600	1890	-24990	-26880
33	179400	171960	172350	196830	194430	7440	7050	-17430	-15030	-390	-24870	-22470	-24480	-22080	2400
34	181140	155130	169980	188160	190350	26010	11160	-7020	-9210	-14850	-33030	-35220	-18180	-20370	-2190
35	183750	156720	179610	190440	203940	27030	4140	-6690	-20190	-22890	-33720	-47220	-10830	-24330	-13500
36	188430	172320	186060	190830	197700	16110	2370	-2400	-9270	-13740	-18510	-25380	-4770	-11640	-6870
37	180960	173040	187530	203640	191370	7920	-6570	-22680	-10410	-14490	-30600	-18330	-16110	-3840	12270
38	188970	171150	164220	193590	188940	17820	24750	-4620	30	6930	-22440	-17790	-29370	-24720	4650
39	189480	149010	177720	188520	193560	40470	11760	960	-4080	-28710	-39510	-44550	-10800	-15840	-5040
X bar (i- i'), untuk semua l dan i', dengan l < i'						22752,31	10083,85	-5346,15	-9771,54	-12668,5	-28098,5	-32523,8	-15430	-19855,4	-4425,38
s (i- i'), untuk semua l dan i', dengan l < i'						13532,23	7950,492	7208,627	8672,169	15647,26	11946,09	15247,24	7644,693	8368,974	8798,604

	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	3265,059803	2837,814436	2445,099546	4447,231145	3897,582285	3703,031345	5727,326588	3028,256223	4614,974709	4927,394372
kurang hw	15613,40174	5230,647102	-8375,099546	-12721,84653	-14707,58229	-28511,49288	-32880,40351	-17026,71776	-20958,05163	-7272,009757
tambah hw	22143,52134	10906,27597	-3484,900454	-3827,38424	-6912,417715	-21105,43019	-21425,75033	-10970,20532	-11728,10221	2582,778988
kesimpulan	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda	tidak beda

## Lampiran C.11 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan November

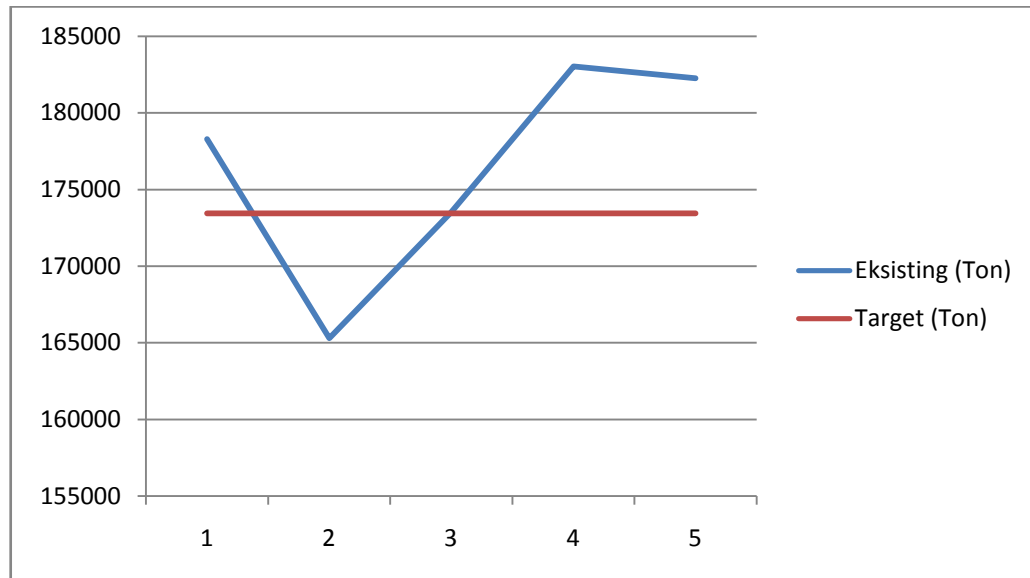
REPLIKASI	Eks	S1	S2	S3	S4	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
1	185370	160680	172530	188160	184230	24690	12840	-2790	1140	-11850	-27480	-23550	-15630	-11700	3930
2	178050	154290	171330	185880	181320	23760	6720	-7830	-3270	-17040	-31590	-27030	-14550	-9990	4560
3	180600	149940	172590	179970	185010	30660	8100	630	-4410	-22560	-30030	-35070	-7470	-12510	-5040
4	176250	167880	153870	180450	180900	8370	22380	-4200	-4650	14010	-12570	-13020	-26580	-27030	-450
5	182460	174030	175620	180420	187410	8430	6840	2040	-4950	-1590	-6390	-13380	-4800	-11790	-6990
6	179550	175290	171030	184830	184710	4260	8520	-5280	-5160	4260	-9540	-9420	-13800	-13680	120
7	185490	161970	169380	193590	187020	23520	16110	-8100	-1530	-7410	-31620	-25050	-24210	-17640	6570
8	182880	163380	176760	192450	181320	19500	6120	-9570	1560	-13380	-29070	-17940	-15690	-4560	11130
9	179370	169200	168900	185910	180030	10170	10470	-6540	-660	300	-16710	-10830	-17010	-11130	5880
10	170970	161220	172590	173460	187380	9750	-1530	-2490	-16410	-11280	-12240	-26160	-960	-14880	-13920
11	183870	169230	175530	187320	180930	14640	8340	-3450	2940	-6300	-18090	-11700	-11790	-5400	6390
12	188760	160290	172290	186510	197730	28470	16470	2250	-8970	-12000	-26220	-37440	-14220	-25440	-11220
13	184350	158790	165990	182130	201540	25560	18360	2220	-17190	-7200	-23340	-42750	-16140	-35550	-19410
14	180750	158640	174000	184830	181110	22110	6750	-4080	-360	-15360	-26190	-22470	-10830	-7110	3720
15	176970	171870	165840	182430	183150	5100	11130	-5460	-6180	6030	-10560	-11280	-16590	-17310	-720
16	172170	154980	171540	191640	182550	17190	630	-19470	-10380	-16560	-36660	-27570	-20100	-11010	9090
17	180540	163080	179730	198480	199860	17460	810	-17940	-19320	-16650	-35400	-36780	-18750	-20130	-1380
18	181620	152910	177660	188340	194910	28710	3960	-6720	-13290	-24750	-35430	-42000	-10680	-17250	-6570
19	177300	156000	158940	184170	181440	21300	18360	-6870	-4140	-2940	-28170	-25440	-25230	-22500	2730
20	183450	155880	176880	191730	182580	27570	6570	-8280	870	-21000	-35850	-26700	-14850	-5700	9150
21	182400	167280	171690	187080	187260	15120	10710	-4680	-4860	-4410	-19800	-19980	-15390	-15570	-180
22	178080	164190	166200	185160	184020	13890	11880	-7080	-5940	-2010	-20970	-19830	-18960	-17820	1140
23	169410	155190	176400	180960	182250	14220	-6990	-11550	-12840	-21210	-25770	-27060	-4560	-5850	-1290
24	161940	145740	162870	179850	184380	16200	-930	-17910	-22440	-17130	-34110	-38640	-16980	-21510	-4530
25	185580	170040	175290	201510	179880	15540	10290	-15930	5700	-5250	-31470	-9840	-26220	-4590	21630
26	184140	160560	178770	192540	183540	23580	5370	-8400	600	-18210	-31980	-22980	-13770	-4770	9000
27	172800	145890	164880	182760	190560	26910	7920	-9960	-17760	-18990	-36870	-44670	-17880	-25680	-7800
28	180120	168360	189120	188160	179640	11760	-9000	-8040	480	-20760	-19800	-11280	960	9480	8520
29	175830	152430	170940	184230	199470	23400	4890	-8400	-23640	-18510	-31800	-47040	-13290	-28530	-15240
30	191610	166950	176070	192240	193200	24660	15540	-630	-1590	-9120	-25290	-26250	-16170	-17130	-960
31	183150	162450	174690	185010	184170	20700	8460	-1860	-1020	-12240	-22560	-21720	-10320	-9480	840
32	166980	151410	162090	159030	186450	15570	4890	7950	-19470	-10680	-7620	-35040	3060	-24360	-27420
33	174240	165600	165420	188340	194430	8640	8820	-14100	-20190	180	-22740	-28830	-22920	-29010	-6090
34	177390	148680	165180	181170	182400	28710	12210	-3780	-5010	-16500	-32490	-33720	-15990	-17220	-1230
35	177270	150300	172650	182490	230940	26970	4620	-5220	-53670	-22350	-32190	-80640	-9840	-58290	-48450
36	183090	167640	175860	183390	197700	15450	7230	-300	-14610	-8220	-15750	-30060	-7530	-21840	-14310
37	176970	166620	178020	181110	183480	10350	-1050	-4140	-6510	-11400	-14490	-16860	-3090	-5460	-2370
38	180510	165540	160440	186870	181260	14970	20070	-6360	-750	5100	-21330	-15720	-26430	-20820	5610
39	180930	142530	169140	179880	185760	38400	11790	1050	-4830	-26610	-37350	-43230	-10740	-16620	-5880
X bar (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						18878,46	8068,462	-5930	-8274,62	-10810	-24808,5	-27153,1	-13998,5	-16343,1	-2344,62
s (i- i'), untuk semua l dan l', dengan l < l'						7915,486	6879,715	5927,656	10781,42	9448,911	8977,261	13884,76	7341,403	11188,09	11945,48

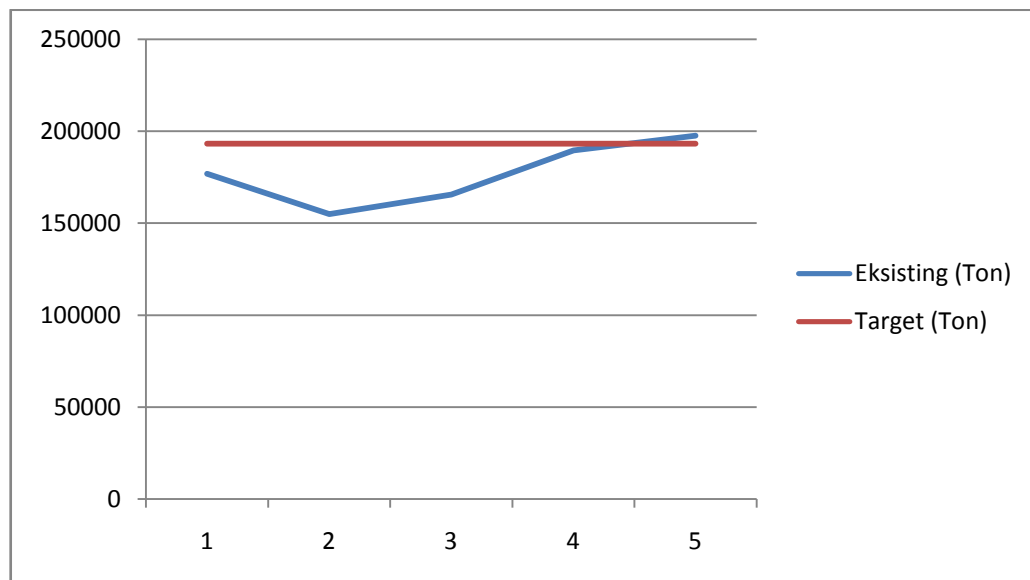
	Eks-S1	Eks-S2	Eks-S3	Eks-S4	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
hw	59220,28647	59734,86816	58766,18978	60276,65481	4162,773352	5122,562658	3945,987216	4117,494862	4093,401921	4868,815089
kurang hw	-12292,59416	-23774,86816	-49779,2667	-59424,34712	-15130,46566	-43063,33189	-50021,37183	-31090,57179	-39201,09423	-13003,43047
tambah hw	106147,9788	95694,86816	67753,11286	61128,9625	-6804,918956	-32818,20657	-42129,3974	-22855,58206	-31014,29039	-3265,800295
kesimpulan	tidak beda	tidak beda	tidak beda	tidak beda	beda	beda	beda	beda	beda	beda

## Lampiran C.12 Hasil Penghitungan Bonferroni Approach Bulan Desember

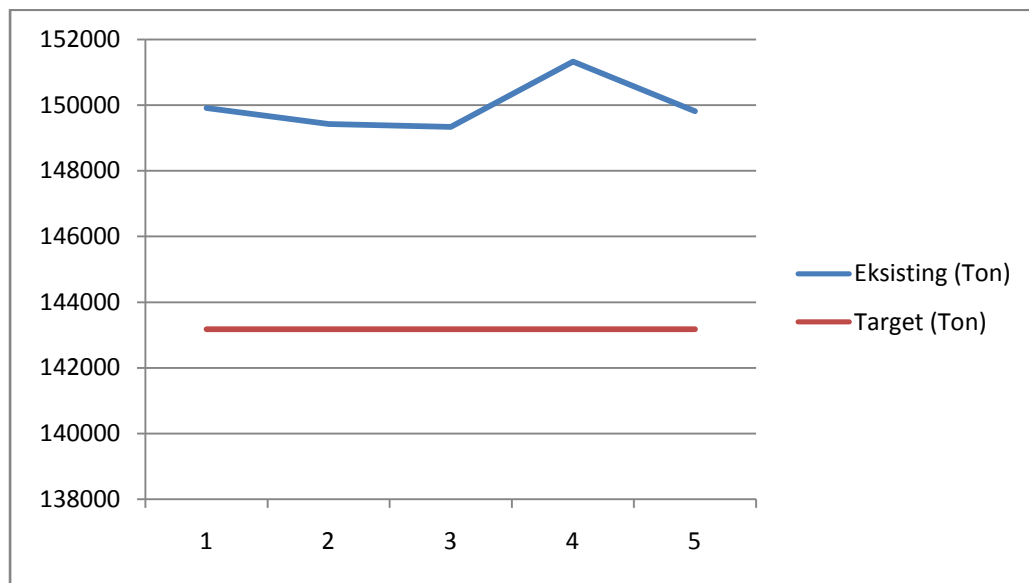
## Lampiran D Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario Perbaikan



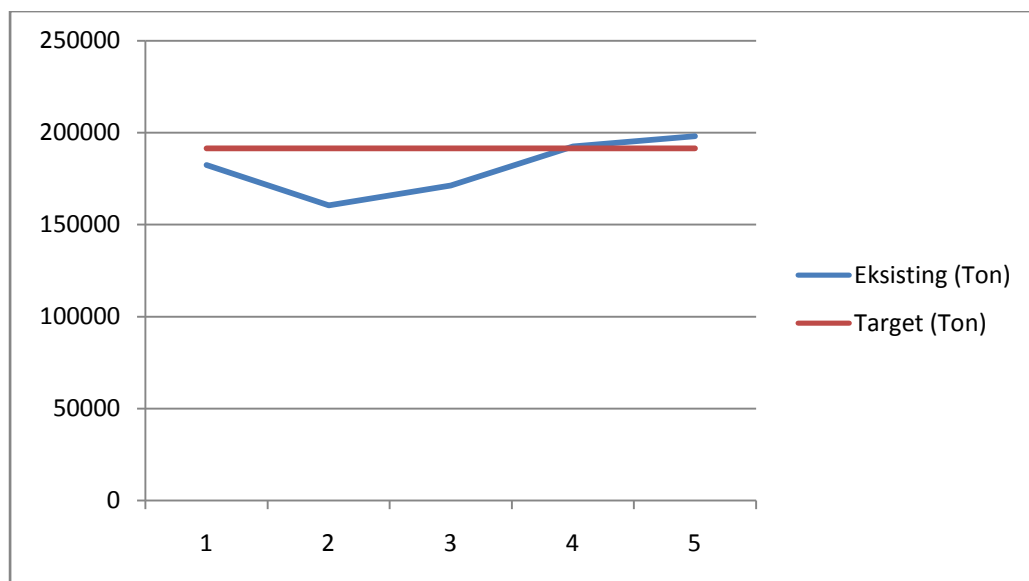
Lampiran D.1 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario Perbaikan Bulan Januari



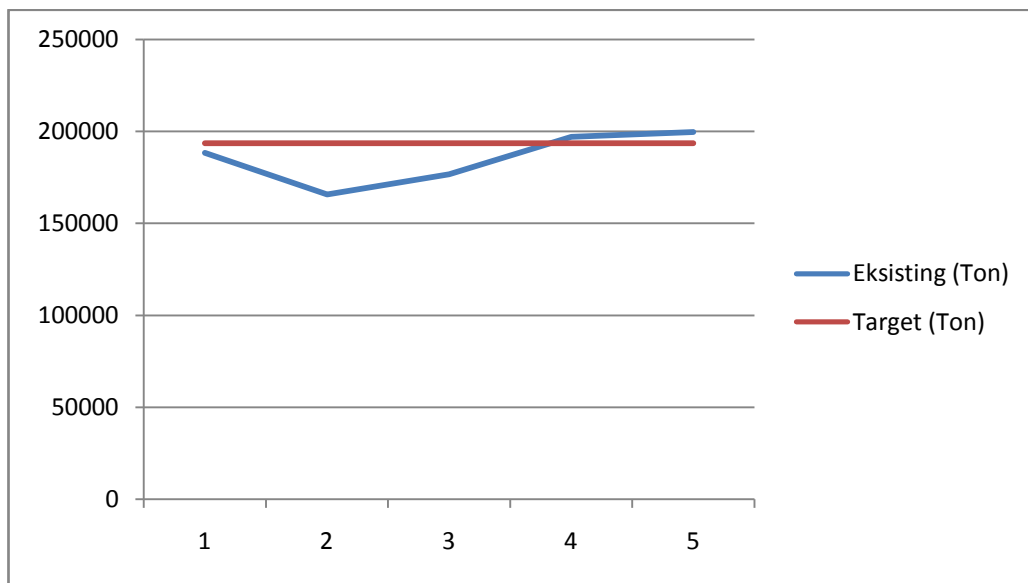
Lampiran D.2 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario Perbaikan Bulan Februari



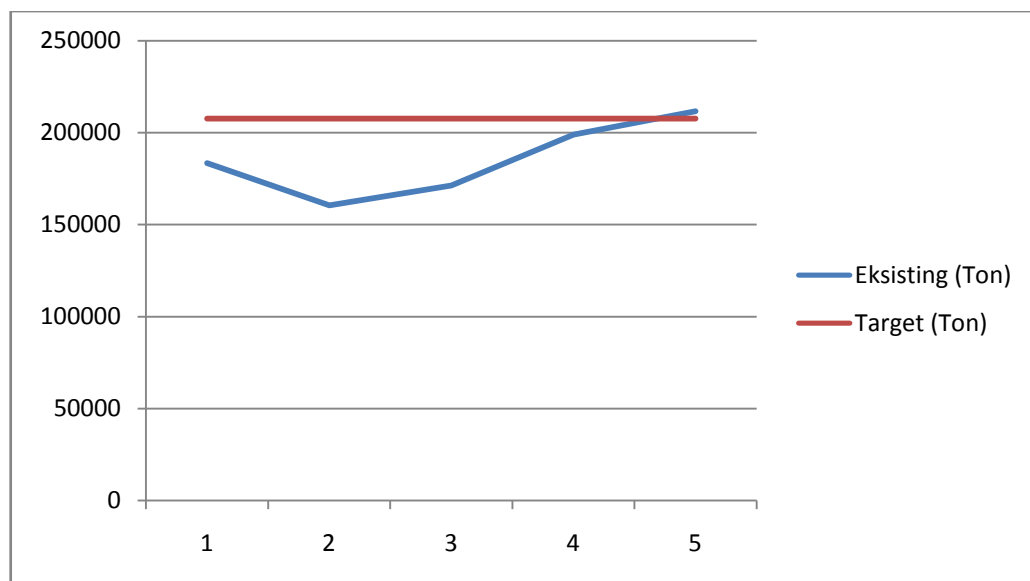
Lampiran D.3 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Maret



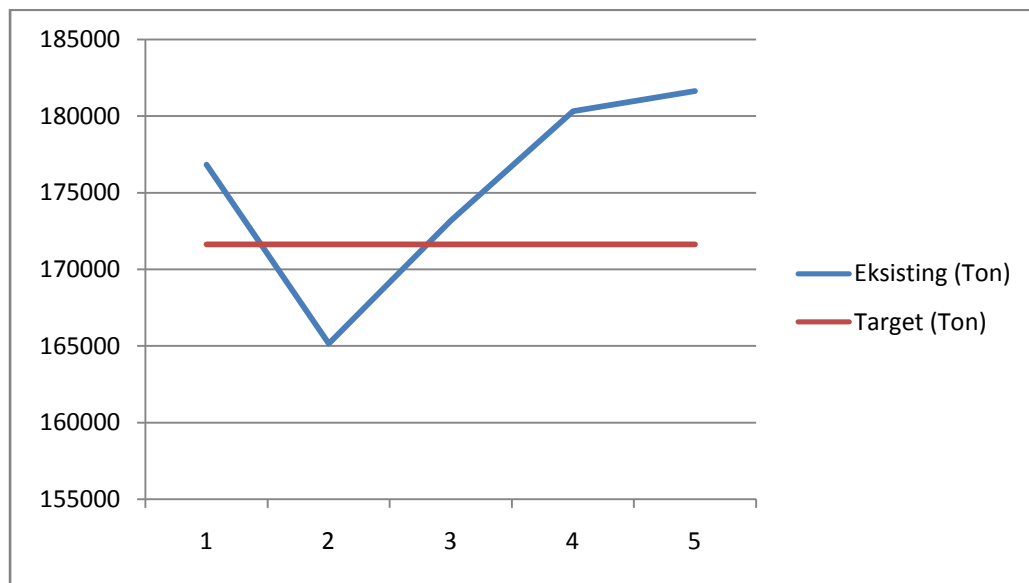
Lampiran D.4 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan April



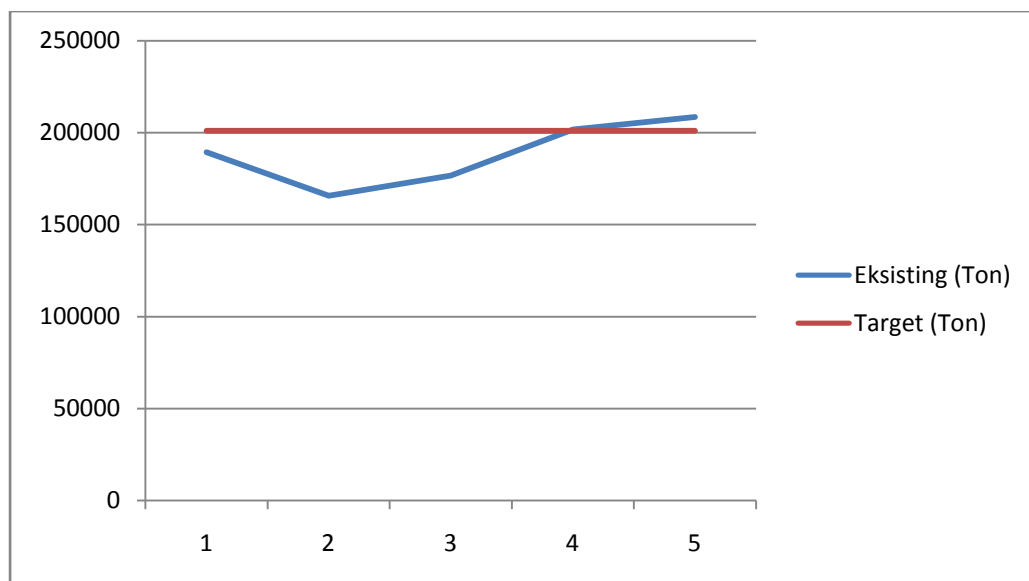
Lampiran D.5 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Mei



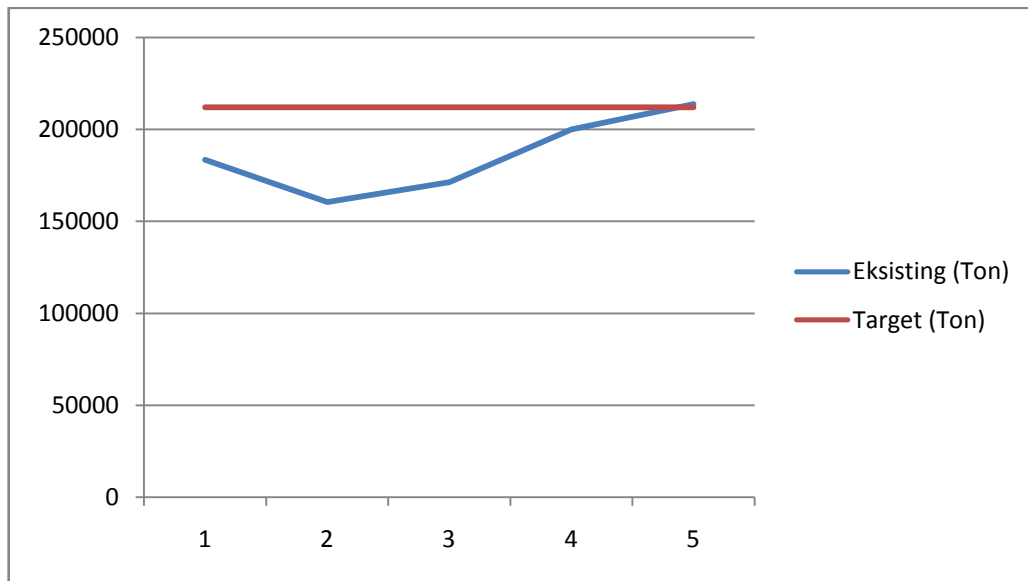
Lampiran D.6 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Juni



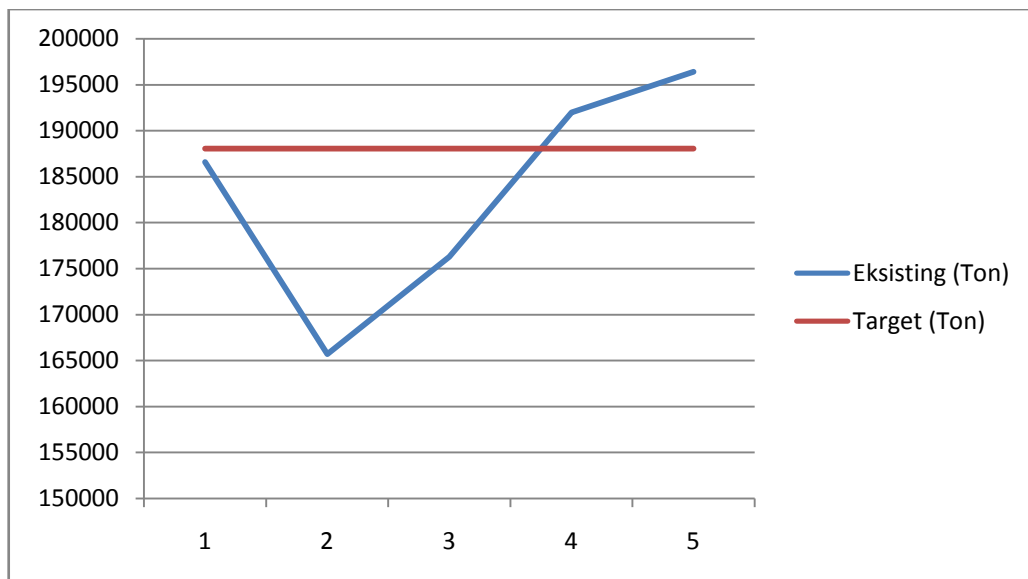
Lampiran D.7 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Juli



Lampiran D.8 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Agustus

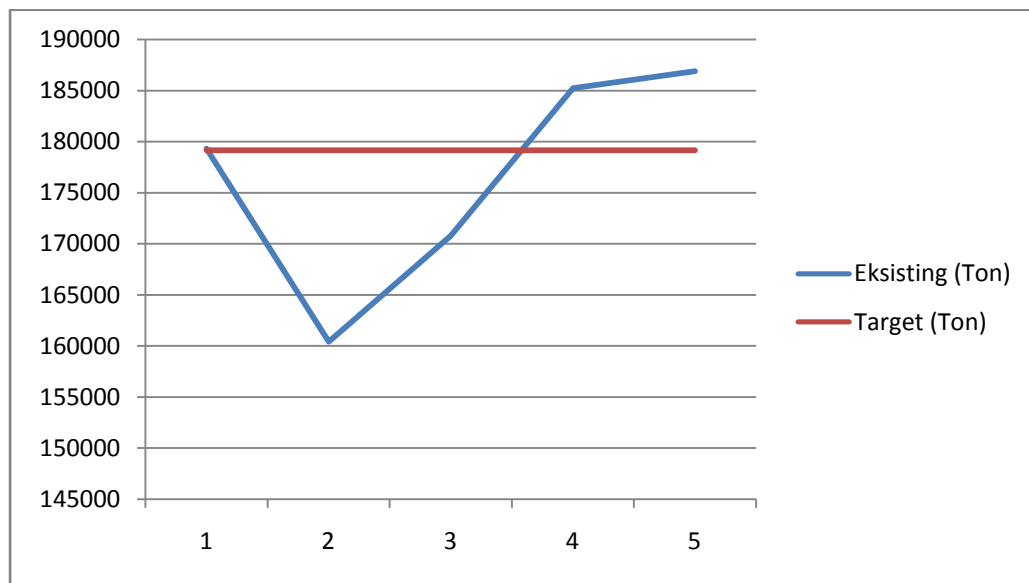


Lampiran D.9 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan September

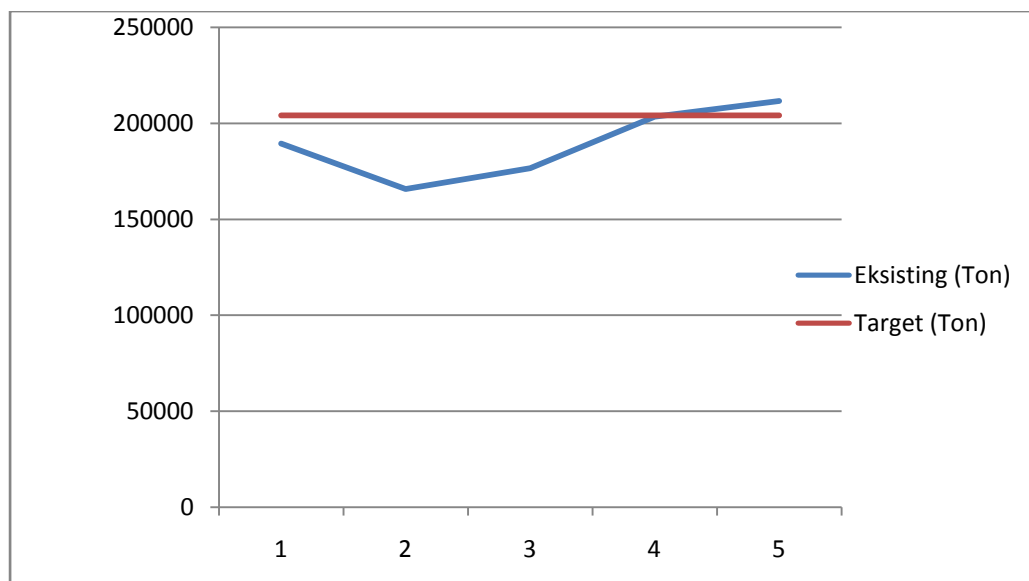


Lampiran D.10 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Oktober



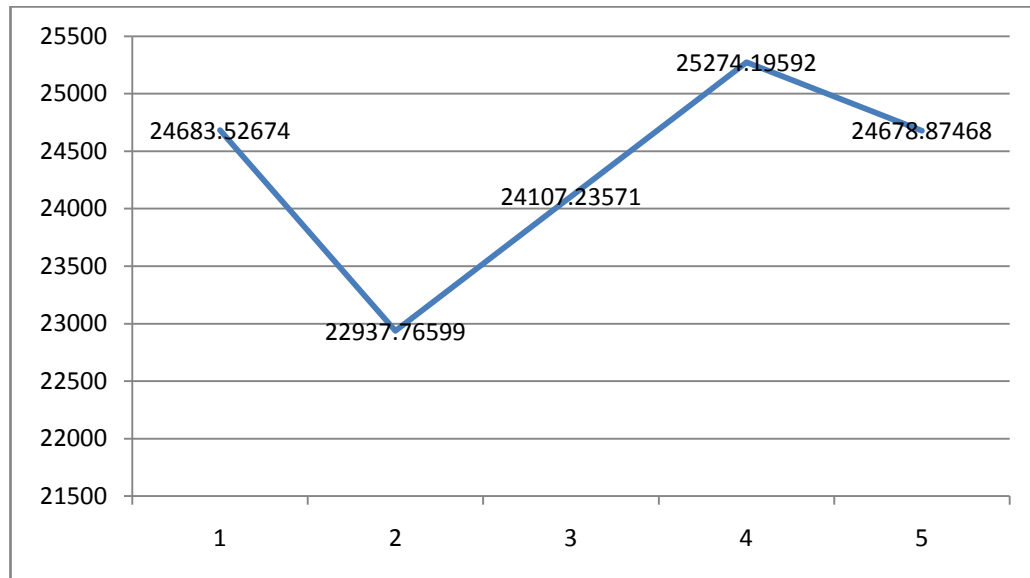


Lampiran D.11 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan November

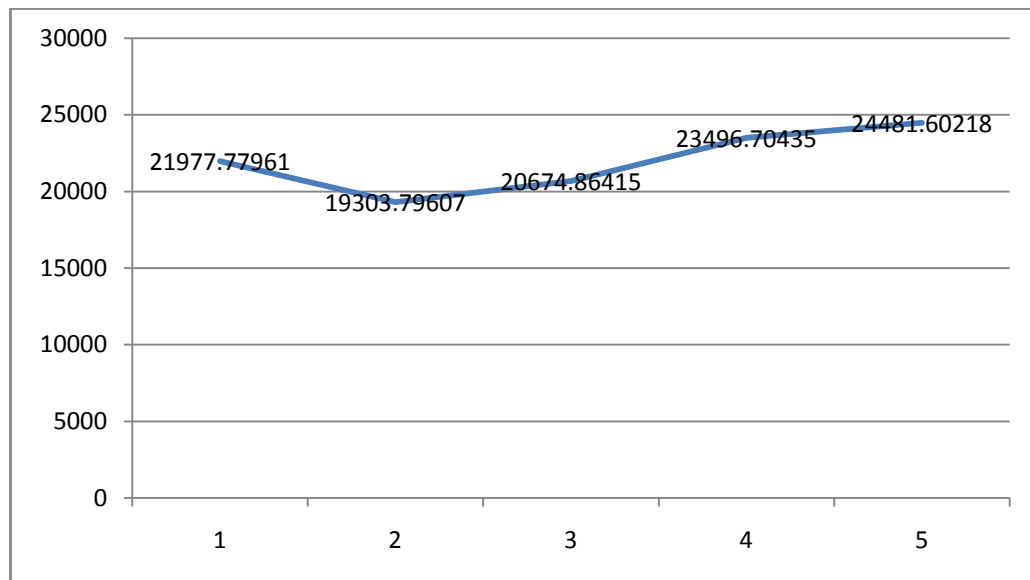


Lampiran D.12 Perbandingan Target dengan Output untuk Tiap Skenario  
Perbaikan Bulan Desember

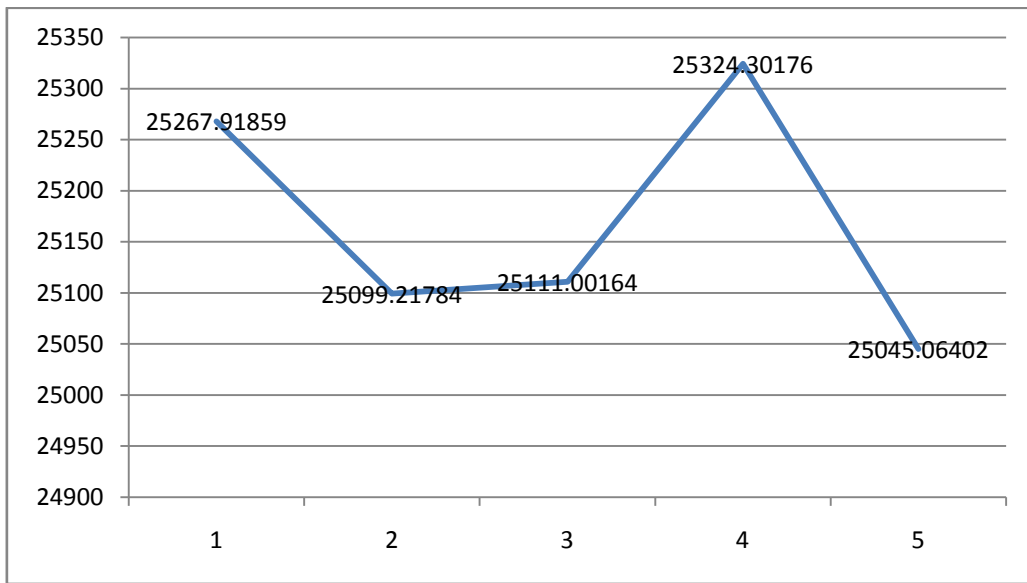
**Lampiran E Penghitungan Rupiah / Ton Transportasi Batu Bara Pelabuhan  
- Pabrik**



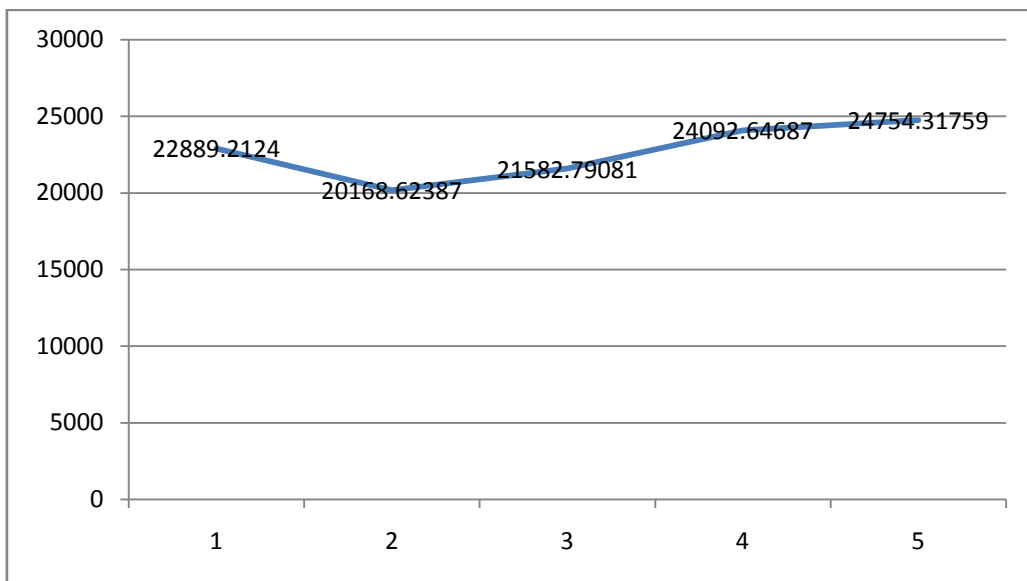
Lampiran E.1 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Januari



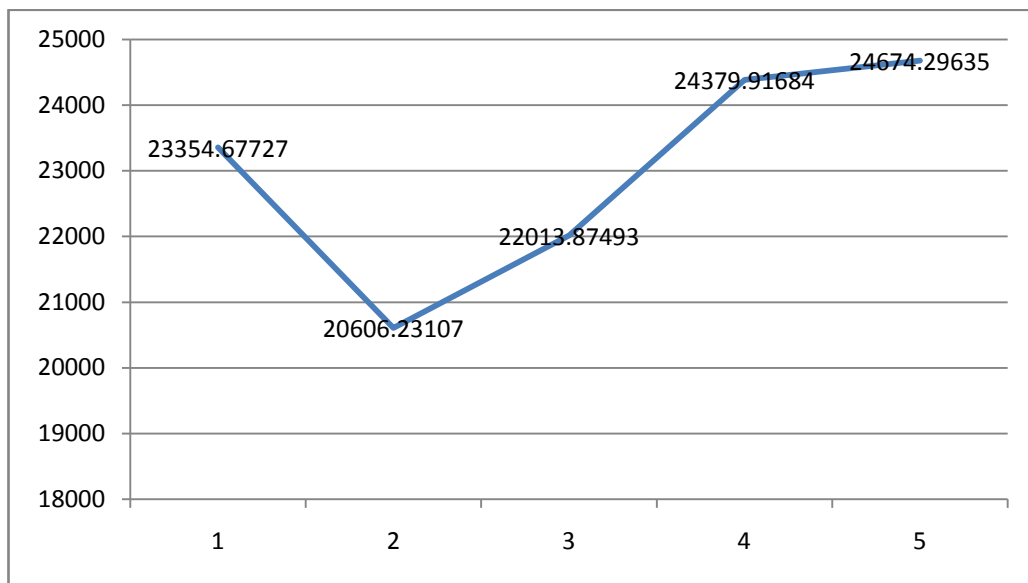
Lampiran E.2 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Februari



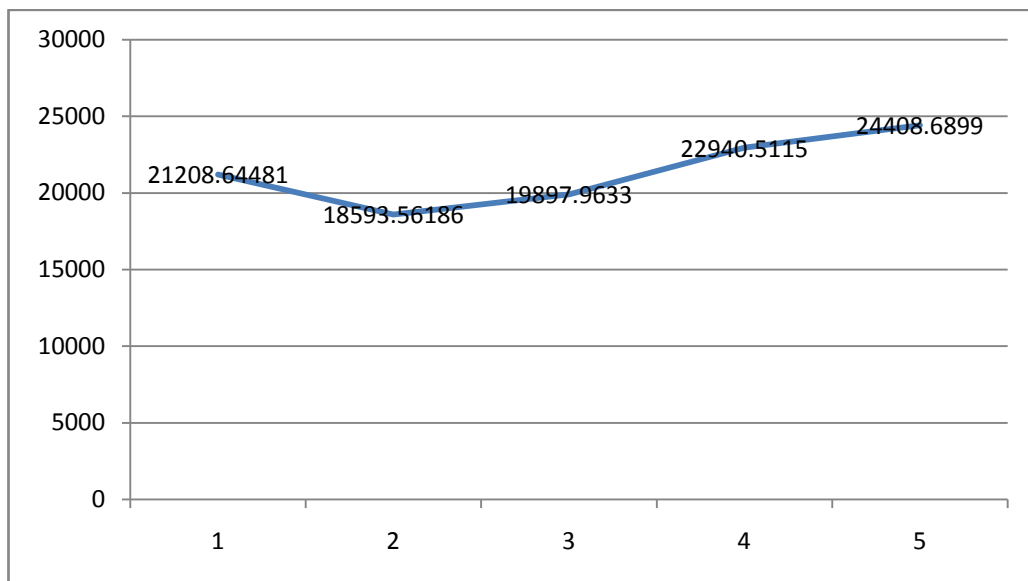
Lampiran E.3 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Maret



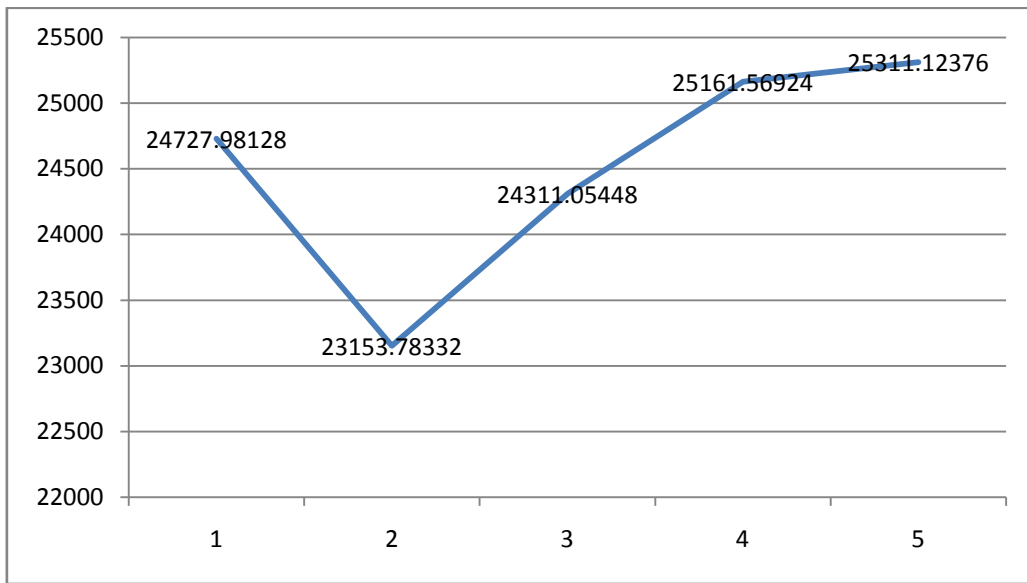
Lampiran E.4 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan April



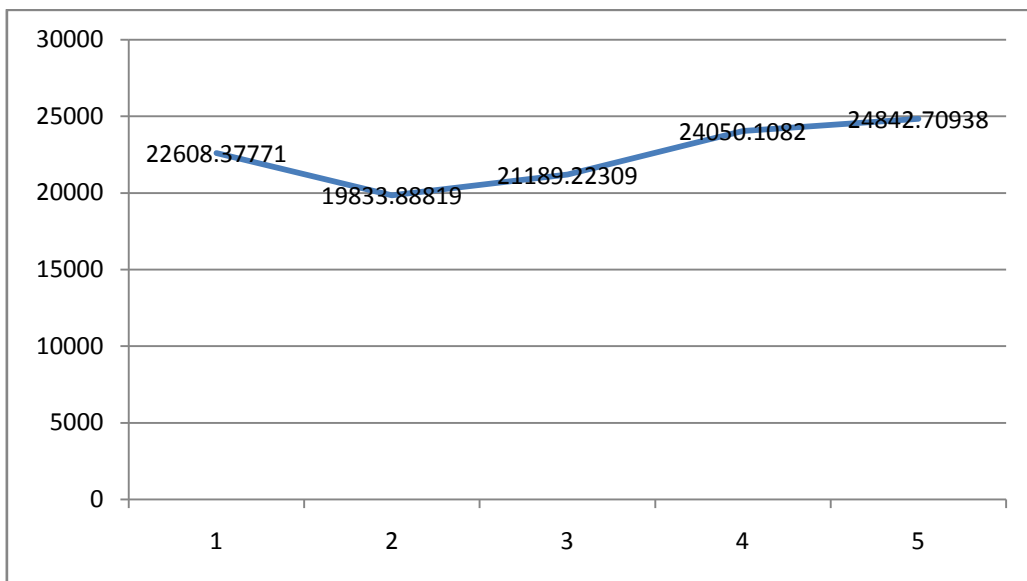
Lampiran E.5 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Mei



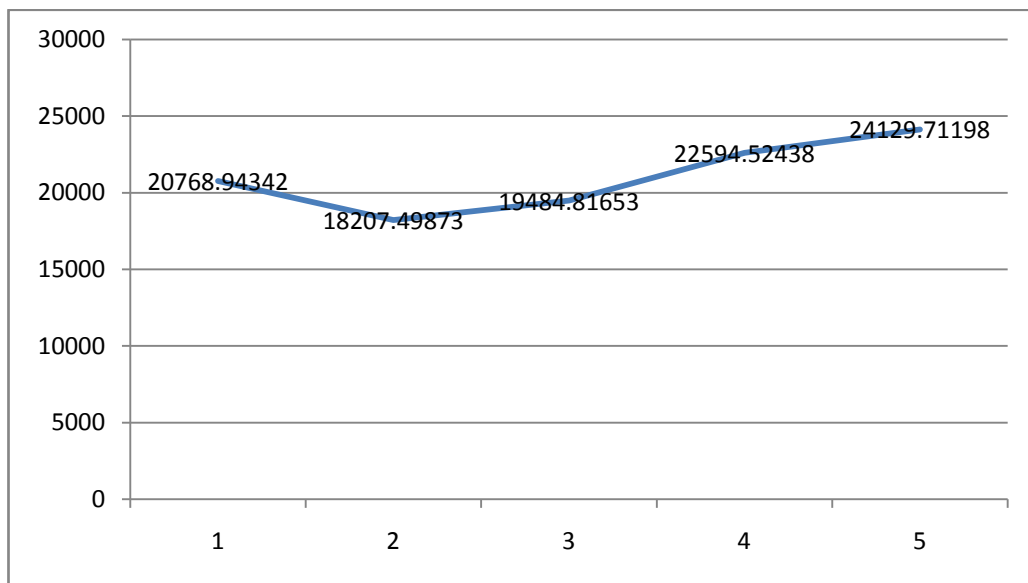
Lampiran E.6 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Juni



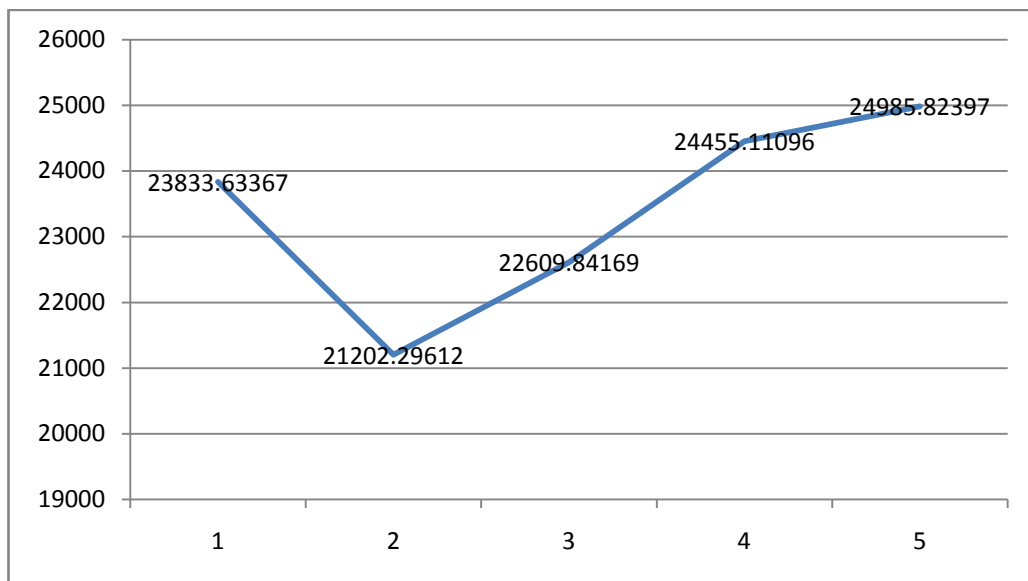
Lampiran E.7 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Juli



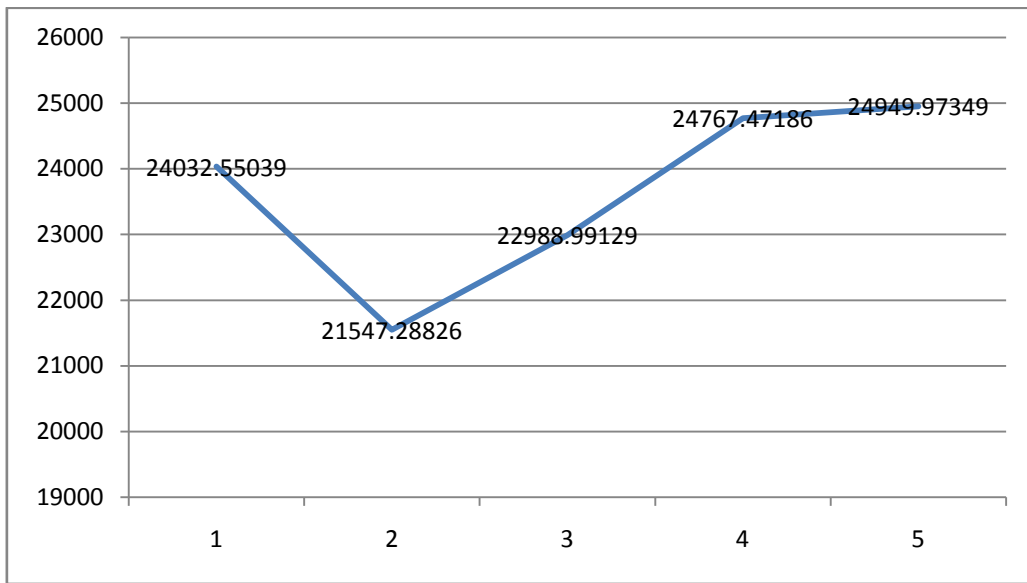
Lampiran E.8 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Agustus



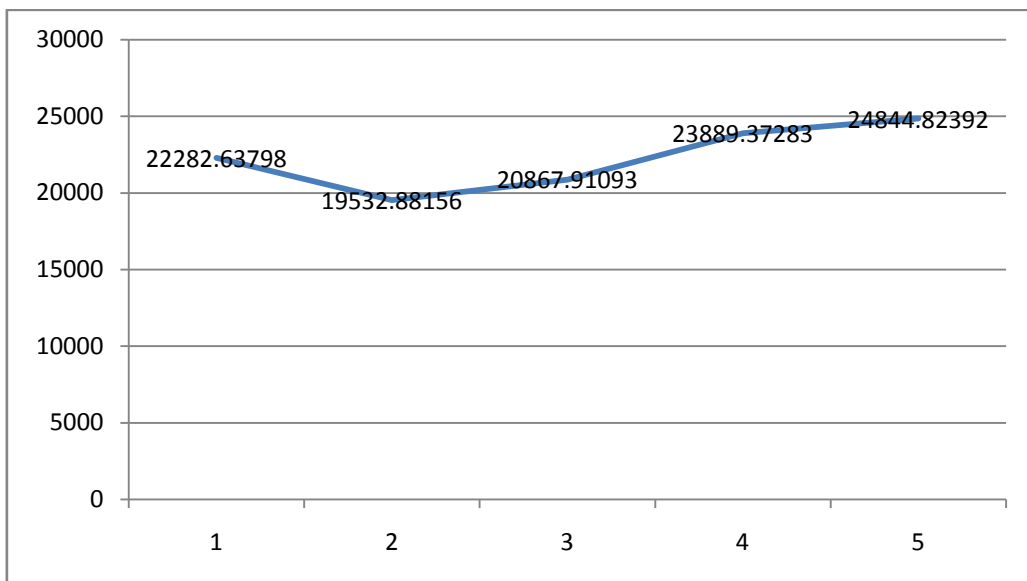
Lampiran E.9 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan September



Lampiran E.10 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Oktober



Lampiran E.11 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan November



Lampiran E.12 Nilai Rupiah / Ton untuk Tiap Skenario Bulan Desember